COMPTES RENDUS HEBDOMADAIRES DES SÉANCES

DE

L'ACADÉMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE

PRÉSENTÉS

PAR LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL

TOME QUARANT-SEPTIÈME

ANNÉE 1961

N° 6. — Séances des 15 et 22 Mars 1961

PARIS

ACADÉMIE D'AGRICULTURE DE FRANCE

18, RUE DE BELLECHASSE, 18

(7e Arrt) — Invalides : 10-87

La Bibliothèque de l'Académie d'Agriculture est ouverte tous les jours, de 14 heures à 17 heures, sauf le samedi. Le Bibliothécaire se tient à la disposition des lecteurs et chercheurs autorisés qui devront se présenter à lui pour y avoir accès.

L'Académie d'Agriculture de France

Son rôle, ses travaux

L'Académie d'Agriculture de France, instituée sous LouisXV, a été reconnue comme établissement d'utilité publique par décret du 23 août 1878 de M. le Président de la République Française.

Elle s'honore d'avoir, dans le passé, compté dans son sein à côté des praticiens les plus éminents de l'agriculture française, de grands savants comme Pasteur, Boussingault, Dumas, Chevreul, Deherain, Schlœsing, de Vilmorin, Dechambre, de Candolle, Mathieu de Dombasle, Hickel, Bouvier et tant d'autres aujourd'hui disparus.

Elle a pour mission d'étudier les questions se rattachant à la production agricole ainsi qu'à l'économie rurale et d'éclairer le Gouvernement sur tout ce qui intéresse le progrès et le développement de l'agriculture.

Il n'est pas de problèmes concernant l'agriculture qu'elle n'ait, à l'heure actuelle, abordés; même aux heures les plus sombres de notre histoire son activité ne s'est jamais ralentie.

***

Les questions de technique agricole (agriculture, art vétérinaire, zootechnie, sylviculture, génie rural, chimie, histoire naturelle, entomologie, etc.), ainsi que les problèmes de politique générale agricole et d'économie rurale sont, au cours de séances hebdomadaires publiques, exposés par ses membres les plus qualifiés.

L'Académie ne se borne pas à des études théoriques. Elle a, dans le domaine forestier d'Harcourt (Eure) qui lui a été légué par un de ses membres, poursuivi depuis un siècle l'acclimatation ainsi que l'étude de nombreuses essences forestières métropolitaines, européennes ou exotiques.

Par l'abondance et la variété des sujets traités, par l'objectivité et le sens des réalités qui président aux discussions, les travaux de l'Académie constituent une documentation unique en matière agricole et une mise au point permanente de toutes les questions intéressant l'économie rurale.

(Suite page III)

SÉANCE DU 15 MARS 1961

Présidence de M. de Vilmorin

XXXI. LES SÉLECTIONNEURS PRIVÉS ET L'AMÉLIORATION VÉGÉTALE DEPUIS 1914

M. de Vilmorin. — Les succès retentissants remportés dans la deuxième moitié du siècle dernier, par l'application aux végétaux les plus variés de la méthode de sélection généalogique, avaient eu tout naturellement pour effet de multiplier les établissements privés se consacrant à l'amélioration des plantes cultivées. Certains d'entre eux se limitent exclusivement ou presque exclusivement à la sélection conservatrice, alors que d'autres au contraire poursuivent des travaux de création en se spécialisant le plus souvent soit dans les céréales, soit dans les betteraves sucrières, soit dans le domaine des plantes potagères, fourragères ou ornementales. Il s'ensuit, dans tous les secteurs, un accroissement considérable du nombre des variétés et aussi d'incontestables gains qualitatifs. La génétique, entrée dans la pratique courante à partir de la fin de la première guerre mondiale, a introduit, entre autres notions, celle de l'individualité, d'ailleurs relative, des caractères et autorisé une analyse du patrimoine héréditaire des plantes les plus importantes pour l'agriculture qui s'est traduite, surtout chez les céréales, les betteraves, les pois, les haricots, quelques plantes fourragères, par de rapides progrès dont le mérite revient presque entièrement aux sélectionneurs privés qui détenaient encore, faute d'une organisation officielle vraiment efficace, le monopole de fait de l'amélioration. Il est à noter que vers 1920 les efforts continuent à porter essentiellement sur l'augmentation des rendements et des teneurs en substances utiles, (sucre des betteraves, matière sèche des betteraves fourragères, des chicorées à café, etc.) sans guère de considération pour les caractères relevant de la physiologie ou de la résistance génétique aux ennemis des plantes. Une exception importante toutefois : la précocité des céréales blés et avoines, qui marque quelques progrès bien insuffisants, d'ailleurs, et celle des plantes potagères qui se traduit par l'apparition d'une quantité de formes hâtives du plus grand intérêt pour les exploitations maraîchères.

Bien qu'entre les deux guerres les méthodes d'amélioration soient fort loin d'atteindre la variété et la précision de celles dont nous disposons actuellement, leur application demande cependant déjà suffisamment de soin pour que les obtentions de réelle valeur économique restent l'apanage d'un nombre restreint d'établissements de premier plan. Beaucoup d'autres se bornent à pratiquer la sélection conservatrice, tandis qu'un nombre plus grand encore déprécient le prestige qui s'attache au terme de sélection en inondant le marché de nouveautés sans valeur ou de pureté génétique douteuse, au détriment des utilisateurs. C'est en partie dans ce déplorable état de choses qu'il faut voir l'origine du catalogue des plantes cultivées et de toutes les mesures de contrôle qui, fort opportunément, sont venues assainir la profession.

On peut dire que les instituts privés ont joué dans l'amélioration des plantes agricoles et horticoles le rôle principal depuis l'origine jusqu'après la dernière guerre. Faute de pouvoir analyser en détail des travaux qui ont enrichi si utilement notre patrimoine, je me limiterai à un petit nombre d'exemples.

Pour commencer, le blé. Les sélectionneurs ne sont pas libres de définir selon leur fantaisie la direction des progrès à réaliser. Ils doivent tenir compte des *desiderata* des agriculteurs et de l'évolution des méthodes de culture. La mécanisation exigeant des blés courts et la paille ayant, par ailleurs, perdu la plus grande partie de sa valeur économique, les variétés anciennes qui mesuraient 1,20 m, 1,30 m et même davantage, ont été en vingt ans remplacées par des variétés naines qui ne tarderont pas à être supplantées à leur tour par de plus courtes encore. En même temps les sélectionneurs créaient des blés de printemps à grand rendement et des variétés notablement améliorées sous le rapport de la résistance aux rouilles et au charbon. Lorsque, vers 1925, s'imposa la notion de la valeur boulangère des farines, c'est pour le laboratoire de Verrières que fut construit, par M. Chopin, le premier extensimètre de sélection grâce auquel plusieurs variétés ont vu le jour, qui satisfont largement aux normes aujourd'hui officiellement imposées.

Dans le domaine de l'orge, c'est à la Société pour l'Encouragement de la Culture des Orges de Brasserie et des Houblons en France (S.E.C.O.-B.R.A.H.), que l'on doit l'obtention de plusieurs variétés homogènes et d'excellente qualité brassicole qui marquent un très grand progrès sur les types anciens.

La gamme très étendue des betteraves fourragères actuelles a montré, depuis le début du siècle, une sensible amélioration sous le rapport du rendement en poids, de la facilité d'arrachage et, dans certains cas, de la teneur en matière sèche.

C'est à Verrières que, concurremment avec l'I.N.R.A., ont été entrepris et menés à bien, selon l'exemple anglais, les premiers travaux de création de variétés dénommées de graminées fourragères, dactyles, fétuques, ray-grass, fléoles, etc. L'initiative privée est encore à l'origine d'importants perfectionnements des luzernes à haute tige et des trèfles violets. C'est à elle que l'on doit, dans des domaines bien différents, les premiers travaux sur la sélection des fraisiers et des dahlias contre les maladies à virus. De nouvelles pommes de terre ont vu le jour qui rivalisent avec les variétés étrangères.

Sans prétendre aborder le monde de l'arboriculture fruitière qui excède largement ma compétence, je ne peux manquer de rappeler les prestigieux travaux de la Station des Augères, créée et dirigée en Sologne par notre confrère M. François Robin.

Lorsque fut découverte en Amérique la polyploïdie expérimentale, c'est à Verrières que furent faits les premiers traitements à objectifs pratiques qui se sont révélés par la suite extrêmement féconds, surtout chez les végétaux décoratifs.

Enfin, les laboratoires privés n'ont pas manqué d'exploiter les techniques nouvelles basées sur l'hétérosis et la stérilité mâle, de sorte que les catalogues se sont enrichis de nombre d'excellents hybrides de première génération de grande valeur. Ces obtentions s'appliquent surtout à des plantes potagères ou ornementales, à l'exclusion des maïs dont l'amélioration reste entre les mains des techniciens officiels.

En un mot, quelques sélectionneurs privés, sans renoncer aux méthodes classiques qui conservent aujourd'hui encore toute leur valeur, n'ont pas manqué de suivre pas à pas les progrès de la génétique et des autres disciplines biologiques et d'appliquer à leurs travaux des techniques de plus en plus complexes, toutes les fois que ce surcroît considérable de frais de tous ordres pouvait être considéré comme rentable. Par parenthèse, il n'est du reste pas du tout certain que l'équipement supplémentaire fort coûteux exigé par la modernisation des méthodes ait été et soit amortissable, surtout en l'absence d'une législation de protection des nouveautés. Nombreux sont les établissements qui n'ont pu suivre le mouvement et ont renoncé aux travaux de sélection améliorante ou ne les poursuivent que pour quelques spécialités. C'est là un fait significatif et qu'il convient de considérer à la lumière d'éléments

nouveaux apparus dans la science agricole et horticole et dont le plus important est, pendant la période qui nous occupe, l'apparition et le développement considérable de la recherche d'état dans le cadre de l'Institut National de la Recherche Agronomique. On se souvient des travaux entrepris soit à la Station de Dijon créé par la Compagnie P.L.M. et acquise ensuite par l'État, soit à Versailles sous la direction du Pr Schribaux, soit à Montpellier et en quelques autres points, mais les crédits affectés à la recherche à l'époque étaient trop insuffisants pour que les établissements privés se sentissent déchargés d'une partie de leur responsabilité traditionnelle. Il n'en est plus de même à présent que fonctionne, grâce surtout à notre confrère M. l'Inspecteur général Bustarret qui en fut le principal artisan, le puissant organisme qu'est l'Institut National de la Recherche Agronomique. Depuis la dernière guerre, ce n'est donc plus en valeur absolue qu'il convient de considérer le rôle des sélectionneurs privés, mais par rapport à l'activité de l'I.N.R.A. dont les moyens d'action sont incomparablement supérieurs à ceux que les professionnels, même les mieux pourvus en personnel spécialisé et en équipement matériel, sont à même de mettre en œuvre. Est-ce à dire que la recherche agronomique doive devenir à plus ou moins longue échéance un monopole d'État? Je ne le crois pas du tout, et pour deux raisons principales: en premier lieu, la discipline qui doit indispensablement régner dans l'exercice d'une profession compliquée a été établie par le Comité technique permanent de la Sélection des Plantes cultivées dans une coopération harmonieuse des représentants des secteurs officiel et privé. Ce Comité continue à fonctionner de la façon la plus satisfaisante et on ne voit guère pourquoi la recherche ne se développerait pas à l'avenir selon un plan de travail qui prévoirait l'utilisation de tous les potentiels, y compris celui non négligeable des établissements privés, mais en évitant les doubles emplois et les pertes de temps tout en sauvegardant les réelles valeurs que sont l'esprit d'entreprise et l'émulation. En second lieu, la recherche a commencé à s'évader du plan national pour prendre, chaque jour davantage, un caractère international. La création d'associations telles qu'E.U.C.A.R.P.I.A. et la Société Internationale des Sciences Horticoles tend à multiplier les contacts entre spécialistes de l'amélioration des végétaux et à généraliser la pratique des échanges, non seulement d'idées, mais de techniques et de matériel génétique. Or, les sélectionneurs privés de tous les pays se trouvent, là encore, mêlés aux spécialistes officiels et participent très utilement à l'œuvre commune. En conclusion, il semble que l'État soit appelé à prendre entièrement en charge les secteurs de la recherche qui exigent des moyens matériels à sa seule portée, mais que cette prise en charge de la responsabilité générale ne doive nullement avoir pour corallaire l'élimination des bons artisans qui l'ont efficacement assumée pendant plus d'un siècle.

M. Voisin. — Je voudrais rendre hommage aux chercheurs, soit d'État, soit privés, qui ont réussi vraiment des progrès avec de faibles moyens; mais il y a tout de même quelques points qui me paraissent inquiétants actuellement.

Vous avez dit, avec juste raison, qu'on avait réalisé des gains *qualitatifs* importants. Or, il y a une chose qui me préoccupe, ce sont les gains *quantitatifs*. Il est certain que les moyens dont on dispose actuellement sont un peu insuffisants, sinon très insuffisants, pour pouvoir étudier la qualité biologique des nouvelles sélections, tant pour la nourriture de l'animal que de l'homme. Je crois donc, qu'il faudrait être prudent, en particulier dans la question des plantes d'herbages.

Vous avez parlé de variétés rénovées de graines fourragères suivant l'exemple anglais. J'avoue que je suis un peu inquiet quand on parle de cet exemple. On peut citer le cas du trèfle blanc S. 100 qui, malheureusement, a causé tant d'accidents, tels que gonflements. On s'est même aperçu qu'il possédait un facteur antithyroïdique, par suite de deux

gènes présents qui amènent simultanément la présence d'un glucoside cyanogénétique et d'une enzyme hydrolysante.

Ensuite, un de nos Confrères a rappelé récemment que, dans nos efforts de sélection de pommes, on avait surtout eu en vue les rendements, c'est-à-dire les gains *qualitatifs*, (pour employer le même mot), etqu'on avait ainsi abouti à des variétés de pommes qui contenaient quelquefois des quantités beaucoup plus faibles de vitamines C.

Je souhaiterais qu'à l'avenir le gain *quantitatif* occupe une place au moins égale au gain qualitatif, sinon plus importante ; et, pour reprendre votre vœu, Monsieur le Président, je crois que c'est là que nous pouvons voir la collaboration de la recherche d'État et de la recherche privée.

Il s'agit de recherches extrêmement onéreuses, que des firmes ne peuvent pas entreprendre, et peut-être que l'étude de cette question de qualité biologique permettrait cette heureuse collaboration de l'initiative privée avec les services officiels.

M. de Vilmorin. — Lorsque je faisais allusion à l'exemple anglais, je pensais principalement aux graminées, mais, naturellement, il est extrêmement rare, dans des disciplines comme les nôtres, de pouvoir transposer directement des résultats obtenus chez des voisins.

Il s'agit plutôt, en réalité, de recherches inspirées par l'exemple anglais et qui se sont traduites par l'application pratique en France de la notion des écotypes, qui est quelque chose de nouveau en matière de graminées fourragères. Les expériences faites soit à Versailles, soit à Verrières ont marqué une évolution sensible de la culture dans ce domaine.

M. Dufrénoy. — Vous avez bien voulu faire allusion à la déficience de la législation concernant la protection des nouveautés horticoles. A ce sujet, mon attention a été récemment attirée sur le préjudice que cause à l'exportation l'absence, en France, de normes et de standards définissant notamment certaines qualités de fleurs coupées, c'est-à-dire certains types horticoles.

Je me permets de solliciter l'attention de l'Académie sur ce problème qui paraît d'une grande urgence.

M. de Vilmorin. — C'est un problème qui, du point de vue économique, surtout au moment où on parle tellement du Marché commun, a une importance considérable ; il ne faut pas oublier non plus la vocation française de production de fleurs coupées et des fruits.

XXXII. RECHERCHE AGRONOMIQUE ET COOPÉRATION INTERNATIONALE

M. Bustarret. — Une des caractéristiques de notre temps est bien la multiplication des rencontres internationales, dans tous les domaines. Ces rencontres sont le fait quelquefois d'initiatives privées ou occasionnelles, plus souvent d'organismes, associations, fédérations, commissions les uns gouvernementaux, les autres en général encouragés par les Gouvernements. Chaque année, l'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (F.A.O.) réunit à Paris les représentants de plus de 60 de ces organisations (sur une centaine recensées), dont l'activité s'exerce en Europe dans le seul domaine de l'Agriculture et dont une vingtaine se consacrent à la recherche. On y confronte les programmes, les calendriers de réunions, on y établit des liaisons nécessaires.

Pour les chercheurs agronomes français, les voyages à l'étranger étaient, avant la seconde guerre mondiale, exceptionnels. Quelques-uns d'entre

eux assistaient à certains des grands congrès scientifiques qui se tenaient avec une périodicité variant de trois à cinq ans (Congrès de Botanique, de Génétique, de Zoologie, etc.). D'autres avaient la chance d'effectuer des stages ou des visites dans des établissements de recherches d'autres pays.

Maintenant, si le nombre des grands congrès n'a que peu augmenté, par contre, celui des réunions restreintes, symposiums, colloques, croît chaque année en progression presque géométrique. Les échanges de chercheurs, les stages, les visites se multiplient. En 1960, pour le seul I.N.R.A., 250 chercheurs sont allés à l'étranger, participant à 100 réunions diverses ou effectuant des stages, visites ou voyages d'études et ce nombre eût été beaucoup plus élevé si la modicité des crédits affectés à ces déplacements n'avait constitué un frein puissant. Dans le même temps, plusieurs dizaines de réunions internationales réunissant des chercheurs de divers pays ont eu lieu en France et plusieurs centaines de visiteurs et de stagiaires ont été reçus dans nos stations de recherches agronomiques.

Cette soif de contacts entre pays différents ne doit pas être considérée comme une simple mode, facilitée par la rapidité des transports. Il s'agit en fait d'une nécessité. Tous les grands pays modernes ont développé les recherches susceptibles d'intéresser leur agriculture ; les pays moins évolués, de leur côté, comprennent de plus en plus la nécessité d'associer la recherche à leurs plans de développement. Or, les fondements scientifiques de la recherche agronomique, les grands problèmes qui lui sont posés, les techniques qu'elle doit mettre en œuvre sont les mêmes, à quelques nuances près, dans tous les pays, au moins dans chaque grande région géographique.

De plus, pour être efficace, la recherche ne peut plus se permettre de perdre du temps. Les échanges d'idées ou de techniques, la confrontation des résultats doivent pouvoir se réaliser au jour le jour. De plus en plus, le contact direct doit compléter la simple lecture des publications.

Cette multiplication des contacts et aussi l'habitude du travail en équipe, considéré d'abord comme un mal nécessaire, ont entraîné une modification surprenante de la mentalité traditionnellement individualiste des chercheurs. Ainsi ont été créées les conditions d'une véritable coopération entre équipes de chercheurs de pays divers travaillant dans des domaines voisins ou complémentaires, souvent même sur le même problème.

Cet ensemble de considérations explique, d'abord, le souci de plusieurs organisations internationales à vocation générale, comme l'U.N.E.S.C.O., la F.A.O. ou l'O.E.C.E., d'encourager, voire de susciter la coopération dans certains domaines de la recherche agronomique, en général à l'occasion de problèmes précis, d'un grand intérêt économique. Il explique aussi la préférence donnée de plus en plus par les chercheurs aux associations et groupements spécialisés, aux réunions restreintes plutôt qu'aux grands congrès. Sans doute, les grands congrès scientifiques continuent-ils à rassembler plusieurs milliers de participants et nombreux sont encore ceux d'organisations agronomiques à domaine assez large qui en réunissent quelques centaines. Mais les réunions de 10 à 30 personnes, discutant de points précis, sont en général beaucoup plus efficaces.

Cela ne va pas sans certains risques de dispersion ou d'oubli de la nécessité des synthèses. Des tentatives ont été réalisées à diverses reprises — et notre Compagnie a participé à l'une d'elles — pour créer un lieu de rencontre international de l'ensemble des disciplines agronomiques. La dernière en date a été le Congrès de la Recherche agronomique organisé à Rome par la C.I.T.A. en 1959 ; je ne sais quel sera l'avenir du Comité de liaison qui en est résulté. Personnellement, je pense que c'est peut-être au niveau des responsables des grands organismes de recherche agronomique que des rencontres périodiques pourraient s'avérer le plus utiles.

Dans ce grand mouvement de coopération internationale, notre pays joue un rôle qui n'est pas négligeable. Il a participé activement et parfois joué un rôle déterminant dans la création récente de certaines associations de chercheurs comme la Fédération européenne de Zootechnie, le Centre de coopération pour les recherches scientifiques sur le tabac, l'Association européenne pour l'amélioration des plantes, la Commission internationale de lutte biologique, la Société internationale de la science horticole, pour ne citer que quelques exemples Nos chercheurs participent aussi activement à la vie de bien d'autres groupements anciens ou nouveaux.

En terminant, je voudrais souligner l'effort particulier accompli pour aider soit à l'organisation de la recherche, soit à l'application de la recherche dans les pays en voie de développement. Cet effort est le fait soit d'organismes spécialisés en coopération technique, comme l'I.F.C.T., soit d'établissements de recherches comme l'O.R.S.T.O.M., l'I.N.R.A., les Instituts de recherches outre-mer. On peut espérer et souhaiter que cet effort, qui est bien dans la tradition française et correspond à une nécessité impérieuse du monde moderne, soit poursuivi et amplifié dans le proche avenir.

M. Keilling. — Nous caressons tous le rêve d'une expansion de l'influence française à travers l'influence agronomique internationale. Cela postule, évidemment, un corps de réserve d'intervention.

Je crois à cet égard que les Pouvoirs publics ne sont pas suffisamment informés ou qu'ils n'ont pas pris suffisamment en considération le problème du développement des effectifs métropolitains en vue de cette exportation.

Si vous prolongez le propos de notre confrère Bustarret sur la question de l'intervention dans les territoires d'Outre-mer, cela veut dire que l'on doit disposer d'hommes qui, par rapport au besoin métropolitain, soient déjà en excédent. Si nous n'y prenons pas garde, notre influence Outre-mer sera submergée par des gens qui ont préparé avant nous, et peut-être moins bien que nous, des agronomes d'intervention.

M. Bustarret. — Je suis parfaitement d'accord avec M. Keilling.

Si je n'ai pas insisté sur ce point, c'est parce que je pensais que cela sortait un peu du propos qui m'avait été demandé, où il était plutôt question de la coopération internationale en matière de recherches avec les pays qui ont un système déjà développé.

Mais je crois que c'est un point extrêmement important et je suis entièrement d'accord avec ce qui vient d'être dit.

M. le Président. — Ne pensez-vous pas qu'un vœu pourrait intervenir? Peut-être M. Keilling voudrait-il bien se charger de le préparer? (*Approbation*).

M. Ballot. — Je voudrais appuyer la position de M. Keilling.

L'année dernière notre Compagnie, à la suite d'une communication de M. Chouard, a déjà abordé ce problème des cadres.

J'ai eu l'occasion de parler personnellement de la question à l'Académie des sciences d'Outre-mer.

J'ai l'impression qu'étant donné l'importance du problème soulevé, il serait bon d'en reparler en cette Académie, et peut-être de faire des démarches conjuguées avec d'autres organisations auprès des Pouvoirs publics, surtout auprès des Finances. Il faudrait, pensons-nous, que les différents corps scientifiques et techniques français puissent disposer d'un certain « volant » en vue du rayonnement extérieur.

Je profite de mon intervention pour donner une précision complémentaire qui peut, je crois, avoir un certain intérêt à la suite de la communication de M. Bustarret. Il s'agit d'un exemple concret, une station

agronomique, que connaît M. le Secrétaire perpétuel et qui a été créée dans le cadre de l'Institut de Coopération technique, il y a déjà huit ans, avec le Gouvernement libanais.

Cette station a vécu au début avec beaucoup de difficultés; elle a pris une certaine importance grâce à des agronomes français qui ont pu être détachés. Il est intéressant de signaler aujourd'hui qu'après cette période de débroussaillement, elle est devenue une sérieuse organisation ayant un rayonnement régional et qui vient d'être jumelée avec l'Institut National de la Recherche agronomique de France.

M. Bustarret revient du Liban, j'ai eu des échos de son voyage extrêmement apprécié; grâce à son concours cette réalisation qui, au début, ne se plaçait pas nettement dans le cadre de nos recherches agronomiques françaises, y est maintenant intimement lié.e

Il y a là un exemple concret de coopération internationale tout à fait, je crois, dans la ligne souhaitée par notre Compagnie.

Présentation d'ouvrage

DONNÉES GÉNÉRALES SUR LA NUTRITION ET L'ALIMENTATION MÉTABOLISMES ET TRANSITS

M. A. Leroy. — L'ouvrage que nous présentons aujourd'hui fait partie d'une collection dont les auteurs se sont proposés d'examiner dans tous leurs détails les données scientifiques actuelles concernant l'alimentation animale. Il n'existait jusqu'alors aucun ouvrage en langue française d'une pareille importance, et c'est une lacune qu'il importait de combler.

Dans le volume en question, qui est le troisième de la collection, sont étudiés successivement le transit de l'eau et des matières minérales, le métabolisme des vitamines et des antibiotiques et le métabolisme énergétique. Les données précises faisant l'objet de cette troisième partie éclairent d'une manière nouvelle les problèmes posés par l'équilibre énergétique d'un animal normalement alimenté, placé dans des conditions de production déterminées.

Dans l'ouvrage suivant de la même collection, en cours de rédaction, l'étude de la couverture des divers besoins sera examinée avec le maximum de clarté et de précision, et servira ainsi de conclusion pratique aux exposés théoriques faisant l'objet des ouvrages précédents.

LES POSSIBILITÉS D'AMÉLIORATION DE LA PRODUCTION DE LA POMME DE TERRE D'AUTOMNE DANS LES RÉGIONS MÉRIDIONALES

par **R. Brun, Y. Pascal et G. Drouineau**

M. Drouineau. — La pomme de terre d'automne, dans la région d'Hyères, est cultivée de façon à obtenir une récolte à partir du mois de novembre, en raison des cours favorables en pomme de terre « primeur » à cette époque. Cependant les rendements obtenus sont en général faibles et seule la variété « Royale Kidney » arrive à fournir environ 12 tonnes à l'hectare. Celle-ci correspond à 80 p. 100 de la superficie consacrée à cette culture, mais sa valeur marchande est faible. Aussi les

variétés Béa et BF 15 qui ne peuvent fournir que 10 tonnes environ à l'hectare, sont-elles également quelque peu utilisées par suite de leur prix de vente plus élevé. Les tubercules sont plantés début août et proviennent de la récolte de printemps. Ils ont souvent été récoltés avant maturité complète et entreposés sans grand soin jusqu'à la plantation qui survient ainsi deux ou trois mois après l'arrachage. La levée est en général difficile, chaque plant ne donnant qu'une ou deux tiges. Ces difficultés ont paru pouvoir s'expliquer par un état de dormance des tubercules. Ainsi la variété Bintje qui a une période de repos qui dure de neuf à douze semaines (1), doit presqu'obligatoirement être encore en état de dormance trois mois après la récolte printanière.

De nombreux travaux ont été consacrés à l'étude de la levée de dormance de la pomme de terre et aux conséquences physiologiques de ces divers traitements (2) (3). A partir de ces données fondamentales, des applications ont été faites par R. Barbier (4) pour la préculture des plants de pommes de terre en vue de tester l'état phytosanitaire des tubercules de semence. Le même auteur a même suggéré l'emploi de « rindite » pour la production de la pomme de terre de primeur d'automne dans les régions méridionales (5). De cet ensemble de travaux, des indications pratiques peuvent être retirées. Pour réduire la période de repos il est préférable de choisir des tubercules en état de maturité avancée et de grosseur plus importante. Pour lever la dormance de très nombreux corps chimiques sont efficaces et en particulier la monochlorydrine du glycol et les composés soufrés comme la thiourée. L'action du froid peut être également utilisée.

Mise en place de l'expérimentation

Le but de cet essai étant essentiellement pratique, cinq traitements dont un témoin ont été envisagés. Comme témoin nous avons employé des semences qui correspondent à la pratique habituelle de la région, c'est-à-dire des tubercules de petite dimension, de poids inférieur à 30 grammes et généralement récoltés avant maturité complète. Le traitement 2 est formé par des tubercules plus gros, 35 à 40 grammes, et plus mûrs. Sur des lots de tubercules choisis de la même façon, deux traitements ont été effectués : un traitement à la thio-urée en solution à 1 p. 100 et un traitement par un mélange de monochlorydrine du glycol; de dichlorure d'éthylène et de tétra-chlorure de carbone communément appelé « rindite » et qui agit à l'état de vapeur à 25° C.

Un cinquième traitement correspondait à une plantation effectuée avec des tubercules de même origine que ceux qui avaient été utilisés pour la plantation de printemps et qui avaient été conservés en frigorifique depuis l'hiver précédent. Ces plants étaient d'un calibre supérieur à ceux utilisés dans les autres traitements, calibre 80 à 100. Chaque traitement correspondait à 25 kilogrammes de tubercules. Huit variétés ont été essayées. Les trois qui sont normalement cultivées en automne : c'est-à-dire la « Royale Kidney », la « BF 15 » et la « Béa », et cinq autres : la « Bintje », la « Kerpondy », la « Roseval », la « Stella » et la « Sirtema » qui sont cultivées au printemps.

L'essai a été effectué avec trois répétitions. La réalisation pratique a été faite en collaboration avec le Foyer de Progrès Agricole d'Hyères (*), et les plants, d'origine bretonne, ont été fournis par la Fédération Nationale des Producteurs de Plants de pommes de terre.

(*) Nous remercions M. Henry, agriculteur à Hyères, M. Duquailard et M. Dimanche du Foyer de Progrès Agricole d'Hyères, ainsi que M. Roche de la Fédération Nationale des Producteurs de Plants de pommes de terre, de leur collaboration.

Déroulement de l'essai

La plantation a eu lieu le 5 août, la récolte du 23 au 26 novembre. Les fumures importantes et les façons culturales très soignées ont eu lieu pendant toute la durée de l'essai. Il faut cependant signaler que celui-ci a subi une attaque de mildiou.

Observations en cours de culture

État des germes à la plantation. — Le témoin montre en général des tubercules qui ont un ou deux germes au plus, assez mal développés. Pour le traitement 2 ce sont les tubercules les plus mûrs qui ont le mieux germé.

Le traitement à la thio-urée a eu peu d'effet, sauf sur la variété « Sirtema » où les germes sont plus nombreux et plus allongés.

Le traitement à la « rindite » a eu un effet très net sur la plupart des variétés. Le nombre des germes est en général très élevé et leur aspect est vigoureux.

Le séjour au frigorifique a provoqué des différences très importantes. Certaines variétés présentent des germes d'un très bel aspect, BF 15, Bintje, Roseval, d'autres ayant une très mauvaise apparence : Royale Kidney, Stella, Sirtema, Béa.

Comptage des plants à la levée. — Le 24 août, les plants traités au froid ont une avance très nette sur le témoin, le traitement 2 et la thio-urée et en général sur la « rindite ». Mais le 30 août c'est la « rindite » qui est nettement en tête avec un pourcentage de germination très élevé.

Aspect végétatif. — Le 6 septembre, le témoin, le traitement 2, la thio-urée montrent des plants qui ont seulement une ou deux tiges alors que pour le traitement à la « rindite » et le traitement au froid, on observe un nombre de tiges très élevé, de 5 à 6. Il faut cependant signaler que sur les traitements au froid, les tiges sont beaucoup plus grêles et parfois trop nombreuses (jusqu'à 10 tiges). Le traitement au froid sur la Béa a été très défavorable et aucun plant n'est pratiquement sorti. Au 20 septembre la thio-urée ne semble agir que sur la variété Sirtema. Le traitement à la « rindite » présente un bel aspect sur toutes les variétés, alors que sur les plants traités au froid on constate que de nombreuses tiges sont couchées.

Au 4 octobre pour les traitements « rindite » et « froid », qui ont été favorables, les plants ont un aspect qui rappelle davantage celui des pommes de terre de printemps.

Signalons que certaines variétés ont fleuri, parmi ces traitements, la Kerpondy et la Stella.

Résultats à la récolte. — Les récoltes de chaque traitement ont été triées en gros tubercules, moyens tubercules et petits tubercules, la grosseur des tubercules ayant une grande importance sur la valeur marchande de certaines variétés. L'étude statistique a été faite sur le total de chaque parcelle. La signification des résultats a été obtenue par le critérium F de Snedecor et par le test T de Fisher. Le comportement des diverses variétés est résumé dans le tableau I. Il apparaît des différences de comportement très importantes selon les variétés. La Royale Kidney n'a répondu de façon favorable à aucun traitement. Ce résultat n'infirme en rien ceux qui ont été obtenus par Barbier (5), le traitement n'ayant pas été effectué sur des tubercules de même âge physiologique. La BF 15 n'a pas répondu de façon significative. Toutes

les autres variétés ont répondu de façon significative au moins dans un traitement. Il est intéressant de remarquer que les deux variétés qui n'ont pas répondu de façon remarquable aux divers traitements, sont celles qui sont le fait de la culture traditionnelle de la pomme de terre d'automne.

L'effet de chaque traitement sur l'ensemble des variétés est porté au tableau I où l'on a pris pour base 100 le témoin correspondant à chaque variété.

Le traitement 2, tubercules choisis, plus gros et plus mûrs apparaît avoir eu un effet favorable sur l'ensemble des variétés. Il faut toutefois remarquer que les différences ne sont significatives que pour deux variétés : la Kerpondy et la Roseval.

Le traitement à la thio-urée a eu une action beaucoup plus hétérogène. Certaines variétés ont répondu de façon favorable, Sirtema, Kerpondy, BF 15, Bintje, Stella : d'autres de façon défavorable et en particulier la Royale Kidney, la Roseval et la Béa. En aucun cas les différences positives ou négatives ne sont significatives.

Le traitement à la « rindite » a eu sur toutes les variétés un résultat favorable. Celui-ci est significatif à 1 p. 100 pour six variétés : Bintje, Kerpondy, Roseval, Stella, Sirtéma, Béa.

Le meilleur résultat a été obtenu sur Stella où le rendement a plus que doublé.

L'effet de la conservation en frigorifique a été désastreux pour Béa et Royale Kidney. Défavorable pour Sirtema, légèrement favorable pour BF 15, mais significativement favorable à 5 p. 100 pour Kerpondy et à 1 p. 100 pour Bintje et Roseval.

Il faut remarquer que le traitement au froid dépasse en valeur absolue le traitement à la « rindite », pour une seule variété, la Bintje. La différence entre le froid et la « rindite » n'étant cependant pas significative.

L'action des différents traitements ne paraît pas avoir eu un effet très net sur les pourcentages des gros, moyens et petits tubercules. Pourtant le traitement par le froid sur la Roseval et la Bintje semble élever le pourcentage des petits tubercules, alors que le traitement par la « rindite » sur la Béa paraît élever celui des gros tubercules.

Aspect économique

Dans la culture traditionnelle (témoin), il se confirme que Royale Kidney et BF 15 sont les variétés qui permettaient d'atteindre les rendements les plus élevés.

En améliorant le choix des semences (traitement 2) une variété se hisse au niveau de la Royale Kidney : la Kerpondy. Mais comme la Royale Kidney, c'est une variété de valeur marchande assez faible dans les conditions de vente primeur d'hiver. De même le traitement à la thio-urée n'agit vraiment que sur la Sirtema qui est assez peu estimée.

Avec le traitement à la « rindite » deux variétés arrivent en tête : la Kerpondy et la Béa, avec des rendements de l'ordre de 25 tonnes à l'hectare. Toutes les autres variétés ont des rendements qui sont très voisins de l'ordre de 20 tonnes à l'hectare. Et il est intéressant de noter que la rindite a eu un effet particulièrement net sur les variétés qui ont une grande valeur marchande comme la Roseval et la Stella.

La conservation en frigorifique permet aussi à trois variétés d'arriver à des rendements de 18 à 20 tonnes à l'hectare, il s'agit de Bintje, Kerpondy et Roseval, suivies de BF 15 (tableau II).

Compte tenu des prix des différentes variétés au moment de la récolte, on peut estimer que la culture de Roseval ou de Stella, traitées à la « rindite » en remplacement de la culture traditionnelle de Royale Kidney, permet d'élever le revenu brut à l'hectare, de près de 50 p. 100.

Coût des différents traitements

Le traitement à la thio-urée qui est le plus commode, est assez onéreux et revient à 10 francs par kilo environ.

La conservation en frigorifique est d'un prix plus élevé, il faut compter 15 francs par kilo de semence.

C'est le traitement à la « rindite » qui paraît le plus économique et il ne devrait pas revenir, produits et manipulations compris, à plus de 6 francs par kilo. Il faut cependant remarquer que la manipulation de ce produit est délicate à cause de sa toxicité et il serait souhaitable que le traitement soit fait sous forme coopérative.

Valeur alimentaire des tubercules traités

La valeur alimentaire des tubercules produits, ne semble pas devoir être mise en cause puisque c'est la semence qui est traitée et non pas le tubercule qui sera mis à la disposition du consommateur.

Les tubercules provenant des lots traités à la « rindite » ou conservés en frigorifique, apparaissent plus mûrs.

Conclusion

L'application des données de la science fondamentale sur la dormance des tubercules de pommes de terre apparaît donc comme possible en vue de l'amélioration de la production des pommes de terre de primeur d'automne. Le choix de tubercules plus gros ou plus mûrs apparaît comme nécessaire. Les traitements à la thio-urée ne paraissent pas systématiquement favorables, au contraire des résultats obtenus avec la « rindite ». La conservation au frigorifique donne d'excellents résultats avec certaines variétés, en particulier Bintje et Roseval.

La conservation en frigorifique ou le traitement à la « rindite » donnent des plants ayant l'aspect qui se rapproche le plus de ceux des cultures de printemps, mais la « rindite » donne une végétation qui est beaucoup plus vigoureuse et beaucoup plus homogène. Il semble donc que ce soit ce traitement qui dans les conditions de la pratique puisse être utilisé d'une façon assez commode malgré ses difficultés de manipulation. Il offre le grand avantage d'être bon marché et d'être particulièrement efficace sur les variétés dont la valeur commerciale est la plus forte.

(*I.N.R.A. Station d'Agronomie d'Antibes et Services agricoles du Var.*)

Références bibliographiques

(1) Borje (Emilsson). — « Studies on the rest period and dormant period in the potato tuber.». *Acta. Agric. Sued.*, 1949, 111 (3), 191-284.
(2) Denny. — Différentes publications du Boyce Thomson Institute.
(3) Jolivet (F.). — « Variation des Acides citrique, malique, succinique et fumarique dans le tubercule de pomme de terre sous l'influence du traitement à la « Rindite ». » *C. R. Acad. Sc.*, 1959, **249**, 2826-2827.
(4) Barbier (R.). — *C. R. Acad. Agric.*, 1952, 726-728.
(5) Barbier (R.). — *C. R. Acad. Agric.*, 1954, n° 2, 79-84.

TABLEAU I

Rendements en indices par rapport au témoin de chaque variété

	1	2	3	4	5
Bintje	100	124	114	187 (**)	194 (**)
BF 15.	100	115	120	126,5	105,5
Kerpondy	100	147 (*)	131	204 (**)	154 (*)
Royale Kidney. .	100	101	92,5	107	12,9
Roseval	100	119 (**)	96	234 (**)	202 (**)
Stella	100	142	105	254 (**)	—
Sirtema	100	116	139	165 (**)	67
Béa	100	123	88,5	199 (**)	0

1. — Témoin.
2. — Tubercules triés.
3. — Thiourée.
4. — Rindite.
5. — Frigorifique.
(*) Différence significative à 5 p. 100.
(**) Différence significative à 1 p. 100.

TABLEAU II

Rendements en quintaux a l'hectare

	1	2	3	4	5
Bintje	10,4	12,8	11,6	19,4	20,1
BF 15.	14,7	17,0	17,8	18,6	15,6
Kerpondy	12,8	18,7	16,7	26,1	19,6
Royale Kidney. .	18,8	19,0	17,4	20,2	2,40
Roseval	9,1	10,8	8,7	21,4	18,5
Stella	7,45	10,7	7,92	19,3	—
Sirtema	11,7	13,3	16,4	19,5	8,0
Béa	12,7	15,7	11,3	25,3	0

LE PROBLEME DE L'UTILISATION DES ENGRAIS LIQUIDES EN FRANCE DU SUD

par **MM. L. Soubies, R. Gadet et M. Fauconnier (*)**

(*Note présentée par* **M. Drouineau**)

On appelle engrais liquides au sens large, tous les fertilisants qui peuvent être épandus ou appliqués à l'état liquide. Cet état leur permet d'être stockés ou transportés dans des réservoirs métalliques ou plastiques et de pouvoir se transvaser par des pompes. La fluidité leur confère des facilités de manipulation qui économisent la main-d'œuvre. C'est

(*) Station de Recherches Agronomiques de l'Office National Industriel de l'Azote (O.N.I.A.) à Toulouse.

ce qui a attiré l'attention sur eux, principalement aux États-Unis où la main-d'œuvre est rare et coûteuse dans l'agriculture.

On peut ainsi rassembler sous le vocable général d'engrais liquides : l'ammoniac anhydre, diverses solutions d'ammoniac dans l'eau additionnées ou non de sels azotés, des solutions de sels azotés sans ammoniac libre et des solutions mixtes de sels azotés, phosphatés et potassiques dont les formules peuvent être aussi diverses que celles des engrais composés secs.

Ammoniac et solutions ammoniées

L'emploi de l'ammoniac anhydre à 82 p. 100 d'N est *a priori* séduisant car son prix à l'unité d'azote au départ de l'usine est presque à la moitié de celui des sels les moins coûteux à produire. En contre-partie, ce produit qui n'est liquide que sous pression élevée ou à très basse température, est difficile à manipuler. Des essais d'utilisation directe ont été tentés en France par le Syndicat Professionnel de l'Industrie des Engrais azotés dès 1946 et il subsiste encore une entreprise coopérative d'application qui intéresse quelques centaines d'hectares chaque année, sans que l'entreprise se soit sensiblement étendue.

Cette stagnation persistante est en contraste avec la situation aux États-Unis où l'ammoniac anhydre représente actuellement 35 p. 100 (et dans les états du Sud-Ouest central 57 %) de l'azote appliqué au sol à l'état d'engrais simples. (21 % de l'azote utilisé au total par l'agriculture américaine).

C'est que l'application de l'ammoniac anhydre nécessite un enfouissement profond et l'emploi d'un outillage lourd, coûteux et délicat à manier. On ne peut songer à l'utiliser en France que sous forme d'entreprises d'épandage. Le stockage et la distribution de ce gaz liquéfié sous pression nécessite des réservoirs spéciaux. Finalement l'économie « rendu racines » est assez faible, surtout si l'on tient compte des pertes par volatilisation. Enfin — et c'est croyons-nous, la différence la plus grande entre la situation des États-Unis et celle de la France — le climat, les sols et les cultures, aussi bien que la structure des exploitations rendent l'emploi de l'ammoniac anhydre beaucoup plus difficile dans notre pays.

Au contraire des États-Unis, la majeure partie de nos cultures se préparent à l'automne ou en hiver et l'on dispose de très peu de jours favorables à l'application qui devrait se faire en sol « roulant » et ressuyé. Notons en outre que son utilisation n'est pas possible dans les réseaux d'irrigation par aspersion, à cause des pertes par volatilisation comme des précipitations de carbonates dans les conduites et les asperseurs.

Les solutions azotées contenant de l'ammoniac libre dissous participent à un moindre degré aux avantages comme aux difficultés d'application de l'ammoniac anhydre. Plus chères à l'unité N que ce dernier au départ de l'usine, elles sont en contre-partie plus aisées à manipuler. Mais on doit les enfouir également sous peine de pertes d'azote par volatilisation et utiliser pour cela un outillage spécial. Elles sont en outre très corrosives pour l'outillage ou les citernes de stockage, ce qui oblige à l'emploi de matériaux assez coûteux.

Solutions azotées sans ammoniac libre

Les solutions de sels azotés sans ammoniac libre ne peuvent être très concentrées sous peine de cristalliser par température basse. On serait obligé de transporter beaucoup d'eau pour assez peu d'éléments fertilisants, si l'utilisation de sels très concentrés comme l'urée ne permettait maintenant d'arriver pratiquement à la concentration raisonnable de 40 p. 100 de sel en poids correspondant à plus de 18 p. 100 d'azote

en poids et à 20 kilogrammes d'azote pour 100 litres de solution. Une adjonction de nitrate d'ammoniaque à l'urée augmente beaucoup la solubilité du mélange. Cet artifice permet d'arriver à 80 p. 100 de sels en poids correspondant à 32 p. 100 d'azote soit encore 40 unités d'azote pour 100 litres de solution.

Ces solutions sans ammoniac libre peuvent s'utiliser en couverture comme les engrais secs d'où elles proviennent, sans redouter les pertes d'azote et l'on n'aurait pas besoin d'un outillage coûteux pour les épandre puisque les pulvérisateurs à liquides pourraient en principe suffire, sous réserve d'être protégés contre la corrosion.

On peut bien entendu les appliquer sur le sol nu avant labour ou bien les enfouir à l'occasion d'un scarifiage si on l'estime nécessaire ou commode.

Elles peuvent être utilisées commodément dans les réseaux d'irrigation par aspersion.

Leur prix de revient à l'usine est malheureusement très voisin de celui des engrais solides dont elles dérivent et il n'est pas prévisible qu'il puisse en être autrement lorsqu'elles seront rendues dans la cour de ferme de l'agriculteur.

Dans ces conditions assez étroites *a priori*, notre Station de Recherches s'est attachée ces trois dernières années à préciser les avantages pratiques ou économiques que l'agriculture pourrait retirer de l'emploi de ces solutions mixtes de sels azotés sans ammoniac libre. Nos travaux ont consisté en essais systématiques en petites parcelles, mais ont porté aussi sur des chantiers organisés totalisant plusieurs centaines d'hectares. On avait au départ un encouragement dans l'extension des pulvérisations d'urée en solutions préparées extemporanément à la ferme ou au champ même, et souvent combinées avec les traitements de désherbage.

Particularités d'utilisation

L'efficacité de l'engrais, toutes choses étant égales sauf la forme solide ou liquide sous laquelle on l'applique, paraît la même en petites parcelles répétées selon la technique classique de l'expérimentation où les épandages sont réalisés à la main.

En fait, sur grandes parcelles et pour des épandages réalisés mécaniquement, il apparaît ces facteurs nouveaux que sont la régularité quasi parfaite de l'épandage et les moindres écrasements de culture par les roues de tracteur ou d'épandeur, les « trains » de travail étant beaucoup plus larges. Un autre avantage précieux en culture intensive est d'approcher plus aisément de la dose optimum d'azote parce qu'une faible dose complémentaire est facile à épandre ou bien parce qu'une forte dose est régulièrement répartie. Tout ceci peut faire gagner la valeur de 3 quintaux de blé et souvent davantage. Il s'y ajoute des avantages difficiles à chiffrer mais très importants qui sont la commodité, la peine moindre, la possibilité de travailler par temps de pluie, l'aisance du stockage à la ferme.

Notre expérimentation a fait ressortir en outre que les épandages d'engrais azotés sous cette forme sont trois fois plus rapides et beaucoup plus réguliers qu'avec l'emploi de solides. Pour un prix de revient égal à la ferme, le prix de revient « rendu racines » est abaissé de 5 à 35 francs par kilo d'azote appliqué. Cette économie résulte de la rapidité du travail. Elle est plus forte au fur et à mesure que les chantiers augmentent d'étendue. Elle est plus importante rapportée au kilo d'azote quand les doses utilisées en une fois sont faibles et les épandages multipliés. La simultanéité de l'emploi avec les désherbants est souvent possible dans les céréales, mais mérite des études complémentaires (tableaux I à IV).

TABLEAU I

ACTION DU PASSAGE DES ROUES DE TRACTEUR OU D'ÉPANDEUR D'ENGRAIS SUR LA RÉCOLTE FINALE D'UNE CULTURE DE BLÉ
(moyenne de 2 essais)

Rendements en qx/ha	Traitements réalisés
28,6	Épandage manuel, pas de traces de roues.
27,5	Un passage de tracteur au tallage; 28 p. 100 de la surface intéressée.
26,4	Deux passages superposés au tallage, 28 p. 100 de la surface intéressée.
26,3	Un passage de tracteur à la montaison, 28 p. 100 de la surface intéressée.
24,5	Deux passages de tracteur superposés à la montaison, 28 p. 100 de la surface intéressée.

Plus petite différence significative : 2,5 qx/ha.

TABLEAU II

RÉDUCTION DES PERTES DE RENDEMENT PAR ÉCRASEMENT RÉALISABLES PAR L'UTILISATION D'ENGRAIS LIQUIDES AU LIEU ET PLACE DES MÊMES ENGRAIS SOLIDES

Économie réalisée en p. 100 de la récolte sur pied	Travaux effectués
1,7	Un seul épandage d'engrais au tallage.
2,6	Un épandage au tallage combiné avec un désherbage simultané.
3,5	Un épandage d'engrais à la montaison.
5,2	Un épandage d'engrais combiné avec un désherbage simultané à la montaison.
5,2	Un épandage d'engrais au tallage plus un épandage d'engrais à la montaison.
6,1	Deux épandages d'engrais tallage et montaison plus un désherbage combiné au tallage.
6,9	Deux épandages d'engrais tallage et montaison plus un désherbage combiné à la montaison.

TABLEAU III

RÉGULARITÈ DES MODES D'ÉPANDAGE EN SOLIDE ET EN LIQUIDE
(exemple mesuré expérimentalement à partir d'un matériel standard non spécialement réglé, mais en bon état)

	Solide : épandeur à plateaux	Liquide : pulvérisateur
Coefficient de variabilité totale $\frac{100\,\sigma}{M}$ . . .	± 108	± 43
Coefficient de variabilité dans le sens longitudinal	± 77	± 5

TABLEAU IV

ÉCONOMIES RÉALISABLES SUR LES TRAVAUX D'ÉPANDAGE DES ENGRAIS : COMPARAISON SOLIDES ET LIQUIDES

Prix de revient horaire du travail (tracteur + conducteur)		14 NF
Rendement moyen horaire	Solides	1 ha/h
	Liquides	3 ha/h
	Désherbage	3 ha/h

Prix de revient de l'épandage :

	Solides (NF)	*Liquides* (NF)
a) Par hectare	14	4,7
b) Par kilo N — 30 unités épandues	0,465	0,157
b) Par kilo N — 60 unités épandues	0,232	0,079

Économie réalisable à l'unité N :

1° épandage de 30 unités	0,31
2° épandage de 60 unités	0,15

N. B. — Si l'épandage est combiné avec un désherbage, on peut considérer l'une ou l'autre opération comme gratuite. L'économie se chiffrerait à 0,23 ou 0,46 NF par unité d'azote selon l'intensité de la fumure.

En contre-partie, il faut bien dire que cette technique ne peut être mise sans précautions entre toutes les mains. Il existe des risques de brûlure sur les feuilles si l'on ne prend pas de précautions ou de dispositifs particuliers. Les appareils ordinaires en cuivre ou fer galvanisé ne peuvent absolument pas convenir. Des précautions renforcées sont à prendre contre les bouchages de jets. N'importe quelle citerne ne peut pas être employée et il faut l'entretenir en bon état sous peine de mécomptes. Si l'on veut enfouir les solutions il faut disposer de doseurs mesureurs exacts et résistants à la corrosion. Mais toutes ces difficultés peuvent être résolues, de sorte que l'on pourrait envisager de laisser cette technique se répandre, à condition qu'elle soit bien guidée au départ. Les agriculteurs diront finalement si elle leur paraît avantageuse.

SOLUTIONS BINAIRES OU TERNAIRES

Les solutions binaires ou ternaires NP ou NPK sont réalisables en France, mais il ne paraît pas possible qu'elles puissent être moins chères que les engrais secs correspondants. Leur base est en effet l'acide phosphorique purifié dont le prix de revient à l'unité P_2O_5 ne peut qu'être supérieur à celui du phosphate monocalcique et *a fortiori* à celui des scories. Il en est d'ailleurs ainsi aux États-Unis où ces sortes d'engrais représentent 4,5 p. 100 du tonnage des engrais composés. Il n'est pas exclu que chez nous aussi les questions de commodité l'emportent un jour dans une agriculture avancée sur les questions de prix de l'unité et nous nous devions d'explorer cette voie. Certains groupements régionaux d'agriculture nous le demandaient d'ailleurs pour le maïs.

Nous n'avons pu chiffrer ici l'avantage matériel qui peut résulter de l'emploi de ces engrais. Leur principal intérêt est de permettre l'utilisation de techniques avancées qui ne seraient pas aussi aisément réalisables sans eux. C'est ainsi que l'on peut à la fois semer du maïs de manière précise, fertiliser, désherber et désinsectiser en un seul passage, sous condition bien entendu d'avoir un appareil adapté à un tel travail. Les résultats sont bons, sans que l'on puisse faire le départ exact de ce

qui dans cette technique nouvelle revient aux engrais liquides, puisque le terme de comparaison n'est pas réalisable en solides dans ce cas.

En résumé, il apparaît que l'emploi de certains engrais en solution soit possible dans notre pays. Cet emploi pose de multiples problèmes techniques, agronomiques et économiques assez sensiblement différents de ceux qui se posaient aux États-Unis. Ces problèmes paraissent compromettre l'avenir de certaines formes, tandis que d'autres feront peut-être carrière. De toute manière, il s'agit là d'une technique d'avant-garde qui ne saurait être recommandée sans précautions.

M. Dufrenoy. — Je remercie M. Drouineau d'avoir fait allusion à l'usage de l'ammoniac anhydre.

J'ai moi-même, à plusieurs reprises, essayé d'attirer l'attention sur une double vocation de l'ammoniac anhydre qui, outre son effet comme apport d'azote, s'est montré efficace comme moyen de désinfection des sols infestés par les nématodes et certains champignons.

Je rappellerai que j'ai présenté, ici-même, des notes de Vuittenez qui avait fait des expériences à ce sujet et a obtenu de bons résultats.

Au surplus, je suis d'accord avec M. Drouineau sur les difficultés techniques que présente l'application de cette méthode, compte tenu de la nature des sols.

M. Désiré Leroux. — Je crains que l'emploi des engrais liquides soit assez limité, la rétention par le sol étant susceptible de varier avec la constitution de ce dernier.

M. Drouineau. — La suggestion de M. Dufrenoy a été retenue, bien entendu.

Je crois pouvoir lui dire qu'il y a une expérimentation à ce sujet en cours aux laboratoires d'Antibes, tout au moins c'est dans le programme.

Je crois pouvoir lui dire également que je n'ai pas eu de chance en Californie dans mes interrogations sur ce point. Les personnes que j'ai interrogées n'ont pas paru être au courant de la question.

En ce qui concerne la question de M. Leroux, bien entendu, il s'agit de questions de propriétés physiques pour l'ammoniac anhydre et les solutions ammoniacales et les auteurs n'ont pas travaillé cette question étant donné qu'ils ont étudié exclusivement les solutions azotées.

M. Keilling. — Est-ce que le purin est un engrais d'après la définition?

M. Drouineau. — C'est une question de législation qui me dépasse un peu. J'ai appris autrefois, et des personnalités plus compétentes que moi pourront me corriger, qu'un produit qui renfermait moins de 18 p. 100 d'unités fertilisantes n'était pas considéré comme un engrais au point de vue de la réglementation financière. Sur ce plan le purin ne serait pas un engrais. C'est un liquide, dont la composition n'est pas constante.

ESSAIS DE FERTILISATION SUR ARBRES FORESTIERS

par J.-C. Charlon, ingénieur des Eaux et Forêts

(*Note présentée par* M. Barbier)

En plein accord et avec l'appui technique des Ingénieurs des Eaux et Forêts à Alençon, à Laval et à Quimper, des essais de fertilisation sur arbres forestiers sont contrôlés depuis 1954 dans divers départements de l'Ouest.

M. Ph. Duchauffour, chef de la 5e Section de Recherches Forestières de Nancy a bien voulu nous encourager dans la réalisation de ces expériences.

Plants utilisés. — Les expériences ont été effectuées sur des plants résineux « exotiques » à croissance rapide couramment utilisés dans les boisements artificiels : *Picea Sitchensis*, *Abies Grandis*, Douglas *Douglasii Viridis*.

Modes de plantation. — La plantation a été faite soit à « racines nues » avec des plants de trois ans repiqués (essais nos 2 et 5) soit « en motte » avec des plants repiqués de quatre ans prélevés dans des pépinières volantes (essais nos 1, 3 et 4).

Dates de plantation. — La mise en place des plants a été effectuée de décembre à avril.

Modalités d'épandage de l'engrais. — Un cinquième environ de l'engrais a été épandu au fond du trou de plantation et recouvert d'une faible couche de terre. Le solde a été mélangé à la terre destinée à être placée au contact des racines. Dans le cas de la plantation en motte, il a été procédé de la même façon, mais en répandant 10 à 20 p. 100 de la dose d'engrais sur la terre adhérente aux racines.

Pour les plantations à racines nues, l'épandage a toujours été effectué dix à quinze jours avant la plantation.

Engrais utilisé. — Les essais réalisés à l'étranger et dans les Landes de Gascogne ont mis en évidence l'efficacité d'engrais phosphatés pour la fumure des arbres forestiers.

En France, Ph. Duchauffour estime que les scories de déphosphoration sont très aptes à la fertilisation des arbres forestiers : « elles apportent à la fois la chaux et l'acide phosphorique qui sont presque toujours déficients dans les sols podzoliques ».

Les essais dont les résultats sont consignés dans la présente note ont permis de confirmer l'action des scories sur la croissance des plants forestiers.

Dose d'engrais appliquée. — La dose utilisée a été de 400 grammes par plant. Cela correspond à une dose totale de 400 kilogrammes de scories à l'hectare. Cette dose est inférieure aux doses habituellement appliquées en agriculture, mais il convient de noter que dans le cas présent, il s'agit d'un épandage localisé. D'autres essais avec emploi de doses variées devraient permettre de déterminer la dose optimale.

Conditions écologiques des essais. — Ces essais ont été réalisés sur lande ou sur des parcelles comportant des bois taillis de médiocre qualité.

Les sols sont de qualité et de nature variées. En forêt de Landeronde (Mayenne), il s'agit d'un sol silico argileux sur grès armoricain fissuré (essais n° 1 et 4). En forêt de L'Aigle (Orne), le sol est profond et constitué par une argile à silex lessivée (essais n° 2 et 5). En Vendée, il s'agit d'un sol très argileux profond, peu dégradé. Le pH varie de 3,2 (essai n° 1) à 5 (essai n° 4).

Tous ces sols se sont révélés très pauvres en acide phosphorique et en potasse puisque la teneur en ces éléments atteint 0,02 P_2O_5 et 0,04 K_2O, dans l'essai n° 1; 0,01 P_2O_5 dans les essais n^{os} 2 et 4. Le rapport $\frac{C}{N}$ varie de 14,1 (essai n° 2) à 20,6 (essai n° 1).

Dates de mise en place des essais.

Essai n° 1 : 1954.
Essai n° 2 : 1958.
Essai n° 3 : 1959.
Essai n° 4 : 1954.
Essai n° 5 : 1958.

D'autres essais ont été réalisés au cours des années 1955, 1956 et 1957, mais n'ont pas encore fait l'objet de contrôles systématiques.

Modalités de contrôle. — Chaque essai est contrôlé annuellement. Les mesures sont effectuées du collet au bourgeon terminal sur la totalité des arbres. Les résultats mentionnés ci-dessous intéressent 4 290 arbres. Le contrôle de l'essai n° 4 sur Sapins de Douglas devient difficile en raison de la dimension atteinte par les plants (d'aucuns mesurent 6 m). Il est vraisemblable que dès 1961, les contrôles pourront porter sur les diamètres. La plantation en bandes parallèles a permis d'effectuer des « répétitions ».

Résultats enregistrés. — Le détail des résultats obtenus sur les deux essais les plus anciens (essais n° 1 et n° 4) sont consignés dans les tableaux I, II, III et IV. Dans les tableaux I et III sont mentionnés, par année, les hauteurs moyennes (Hm) pour chaque modalité.

On constate que la différence de hauteur moyenne entre les deux traitements s'accentue d'année en année.

Dans les tableaux II et IV sont consignés les accroissements annuels pour chaque modalité, ainsi que les différences d'accroissement annuel entre les deux traitements.

Ces différences d'accroissement sont en général plus élevées pour le Sapin de Douglas que pour l'Épicéa de Sitka. Elles ont été plus réduites en 1959, en raison de la sécheresse exceptionnelle, particulièrement sensible dans la station plus ingrate de l'essai n° 1 (très exposée aux vents, sol plus superficiel).

Le tableau V résume les indices de hauteur moyenne par rapport au témoin (I = 100), en fonction de l'âge de la plantation. On remarque qu'à partir de la quatrième année de plantation ces indices sont très comparables sur Épicéa de Sitka et sur Sapins de Douglas.

Essai de fumure azotée sur Épicéa de Sitka. — Sur les conseils de Ph. Duchaufour, un essai de fumure azotée a été mis en place dans le cadre de l'essai n° 3 en Vendée. Deux doses d'ammonitrate 20 p. 100 ont été mises en comparaison :

N_1 : 100 grammes par plant.
N_2 : 200 grammes par plant.

L'épandage a été effectué en couverture après grattage du sol

TABLEAU I

Essai n° 1

Forêt de Landeronde (Mayenne)
Epicéa de Sitka

	1956	1957	1958	1959	1960
Avec scories	62,3	91,4	141,7	188,8	225
Témoin	56,9	83,9	114,6	149,6	170
Différence de Hm	5,4	7,5	27,1	39,2	55

TABLEAU II

Année	Témoin	Avec scories	Différence d'accroissement
1957	27	29,1	2,1
1958	30,7	50,3	19,6
1959	35,0	47,1	12,1
1960	20,4	36,2	15,8

TABLEAU III

Essai n° 4

Forêt de Landeronde (Mayenne)
Sapins de Douglas

	1957	1958	1959	1960
Avec scories	124,8	193,9	259,4	313,9
Témoin	107,6	157,4	205,9	237,8
Différence Hm	17,2	36,6	53,5	76,1

TABLEAU IV

Année	Témoin	Avec scories	Différence d'accroissement
1958.	49,74	69,09	19,35
1959.	48,54	65,53	18,99
1960.	31,90	54,45	22,55

TABLEAU V

Indice sur la différence de hauteur moyenne en fonction de l'age de la plantation

Essai	1 an	2 ans	3 ans	4 ans	5 ans	6 ans	Essence
N° 3 . . .	107,8	114,6					Épicéa de Sitka
N° 2 . . .	102	110,2	117,1				Épicéa de Sitka
N° 1 . . .		109,4	108,9	123,6	126,2	132,3	Épicéa de Sitka
N° 4 . . .			115,6	123,2	126	132	Sapins de Douglas
N° 5 . . .		111,8	110,7				Abies Grandis

le 7 avril 1960. Les contrôles réalisés le 13 septembre 1960 ont mis en évidence l'influence positive de la fumure azotée sur la croissance des plants.

	Accroissement en hauteur	Indice
Témoin	14,14	100
N1	22,14	156,5
N2	27,71	195,9

Conclusions. — Ces essais qui devront être suivis pendant plusieurs années confirment les constatations faites à Mimizan, dans les Landes

par J. Guinaudeau, directeur de la Station de Recherches forestières de Bordeaux : « on ne peut préjuger des résultats futurs sur la production des apports d'engrais effectués, mais d'ores et déjà, on constate l'intérêt majeur de la fumure et notamment des scories, pour l'accroissement du Pin maritime, dans les premières années... »

La constance des premiers résultats enregistrés dans des stations différentes et avec des essences résineuses variées constitue un indice très encourageant.

Il est fort probable que le gain d'accroissement constaté se maintiendra et s'accentuera dans l'avenir.

En effet, l'acide phosphorique favorise la formation d'un système radiculaire plus développé qui augmente les possibilités d'accroissement de l'arbre.

Dans ces conditions, il deviendrait possible de raccourcir la « révolution » des peuplements ce qui est de la plus haute importance sur le plan économique.

Il convient également de noter qu'une croissance plus rapide dès les premières années de plantation permet de réduire les frais de dégagement ainsi que les risques de gelée, comme cela a été constaté dans l'essai nº 1, en septembre 1957. Après trois années de plantation, dans les parcelles fertilisées, 34,8 p. 100 des plants atteignaient ou dépassaient 100 centimètres de hauteur. Ce pourcentage tombait à 24,3 p. 100 pour les plants témoins. Après la gelée de mai 1957, 15, 6 p. 100 des plants étaient gelés dans les parcelles témoins, ce pourcentage ne dépassait pas 5,9 p. 100 dans les parcelles ayant reçu des scories Thomas.

En ce qui concerne l'influence de la fumure azotée employée seule, sans autres éléments, il convient d'être plus réservé. Il n'est pas certain qu'un seul apport d'engrais soit suffisant pour assurer une « avance » définitive aux parcelles fertilisées. Dans les Landes, l'urée-formol n'a pas eu une action significative sur Pins maritimes. Cette essence réagit beaucoup moins que l'Épicéa de Sitka à un apport d'azote. Il convient de remarquer que le coup de « fouet » provoqué par l'ammonitrate, sur Épicéa de Sitka peut être bénéfique dans le cas d'une plantation languissante.

Ces essais confirment que les arbres forestiers réagissent à la fumure minérale. Sur le plan pratique, l'apport de scories s'avère peu onéreux (70 à 80 NF à l'hectare) et susceptible de favoriser un développement plus rapide des arbres.

Il ne fait aucun doute que, dans le cadre d'une sylviculture intensive, l'emploi des engrais minéraux constitue un facteur auquel il convient d'apporter une attention particulière.

SUR LA RENTABILITÉ DES FUMURES

par **M. Malicornet**

(*Note présentée par* **M. Barbier**)

La rentabilité des engrais peut être envisagée sous deux aspects très différents :

— l'un englobe les études, dont certaines sont déjà classiques, qui cherchent à évaluer le bénéfice procuré par chaque apport annuel d'engrais, considéré isolément, d'après son action sur la culture en cours, et éventuellement sur une ou deux cultures suivantes;

— dans l'autre cas, on tient compte du fait que les plantes ne s'alimentent convenablement que si le sol renferme un stock important

de l'élément en question, dont chaque apport annuel par la fumure ne représente qu'une petite fraction, et que le rôle essentiel des engrais est d'entretenir le volant des réserves du sol.

Ces deux conceptions conduisent à des appréciations fondamentalement discordantes de la rentabilité des engrais.

I. — Rentabilité dans l'immédiat

Les augmentations de rendement d'une culture par apport d'un engrais à doses croissantes peuvent être, dans un certain intervalle, soit pratiquement proportionnelles à cet apport, ou même plus que proportionnelles, mais toujours elles finissent par lui être moins que proportionnelles, avant d'atteindre un maximum et d'arriver à des effets dépressifs d'une trop forte fumure.

Dans la pratique, la loi des accroissements moins que proportionnels joue d'ailleurs dès les faibles apports, dans la très grande majorité des cas.

Lorsqu'il y a proportionnalité ou plus que proportionnalité entre l'augmentation de rendement et la fumure, aucune question de rentabilité ne se pose, puisque l'intérêt de la fertilisation, quelle qu'en soit la mesure qu'on en prenne, reste constant ou s'accroît constamment.

Le problème se pose, par contre, lorsque joue la loi des rendements moins que proportionnels. Depuis que celle-ci a été énoncée, et, en ce qui concerne les cultures, depuis les travaux de Mitscherlich, de nombreuses études ont été consacrées aux calculs de la variation du bénéfice net annuel dû à la fertilisation, très généralement déterminé comme la différence entre le rendement en argent de la culture fertilisée, et le rendement correspondant de la culture non fertilisée auquel on ajoute le prix de la fumure.

Le rendement en argent de la culture fertilisée croissant pour atteindre un palier ou un maximum, alors que le prix de la fumure est proportionnel à la quantité apportée, leur différence, bénéfice net dû à la fumure, passe par un maximum pour s'abaisser ensuite à un effet qui ne couvre plus que le prix de l'engrais.

Quelle que soit l'expression mathématique rendant compte de la liaison entre rendement et fumure, le maximum de bénéfice net correspond au point où un léger accroissement de fumure donne un accroissement de rendement dont la valeur est égale à sa propre valeur (fumure F_1, fig. 1). Autrement dit, sur la courbe représentative des rendements en argent, la tangente sera alors parallèle à la droite représentative des frais de fumure. Les statisticiens ont d'ailleurs montré que cette construction géométrique sur courbe même tracée à main levée donnait en pratique une approximation suffisante, plutôt que de passer par le calcul.

Nous pensons que la construction que nous allons donner ci-après, relative au prix de revient minimum de l'unité de poids de récolte, est, elle aussi, suffisante, et permettra d'envisager un autre aspect du même problème, sans se lancer dans des calculs qui, sans être compliqués, sont cependant assez longs parfois.

En effet, le praticien produisant une marchandise à cours particulièrement variable comme les fruits, les légumes, la viande, ou celui qui ne dispose que d'un capital limité pour l'achat des engrais, est plus intéressé dans la recherche d'une production au plus petit prix de revient possible, ainsi qu'au meilleur placement du capital qu'il va investir en engrais, qu'à la recherche du maximum de revenu net à l'hectare.

Si les charges globales à l'hectare, demandées par la culture, sont représentées par C, le prix de vente à l'unité de poids de récolte par v et le rendement en argent à l'hectare par R, le bénéfice net en argent à l'hectare est la différence :

$$B = R - C$$

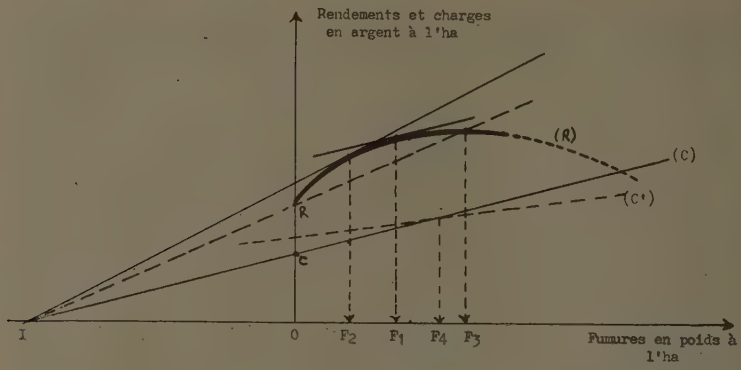


FIG. 1.

Le prix de revient, r, à l'unité de poids de récolte est :

$$r = \frac{C}{R/v} = C \cdot v/R$$

puisque R/v est le poids de la récolte.

La rente, i, du capital investi est :

$$i = \frac{R - C}{C} = \frac{R}{C} - 1 = \frac{v}{r} - 1$$

On voit donc, d'une part que le minimum du prix de revient à l'unité de poids de récolte (r) correspondra au maximum de la rente (i) du capital investi dans la culture.

On remarque, d'autre part, que le bénéfice net (B) et le prix de revient (r) ne varient pas pareillement.

Plutôt que de rechercher les expressions du revenu net et du prix de revient, puis d'en rechercher respectivement le maximum et le minimum suivant la fonction représentative du rendement, la figure ci-jointe indique une construction simple pour la détermination de la fumure donnant le minimum du prix de revient à l'unité de poids et, par la même occasion, le maximum de la rente du capital investi :

— la droite (C) représentative des charges globales à l'hectare, fumure incluse, coupe l'axe des abscisses en I. Le prix de revient de l'unité de récolte sans fumure est évalué par le rapport $\frac{OC}{OR}$. On retrouve ce même prix de revient pour une fumure F_3 déterminée par l'intersection de IR avec la courbe représentative du revenu brut en argent. Entre ces deux valeurs égales, le prix de revient à l'unité de poids passe par un minimum correspondant à une fumure F_2 déterminée par l'abcisse de la tangente à la courbe partant de I. Ceci est vrai quelle que soit la fonction représentative des rendements et ne postule que le fait que la courbe correspondante soit convexe, cas de toutes les fonctions rendant compte de la loi des rendements moins que proportionnels.

Il n'est pas sans intérêt de remarquer que, du fait que la pente de la droite IR est plus grande que celle de la droite IC, la fumure F_2, correspondant au minimum de prix de revient et au maximum de la rente du

capital investi, est toujours inférieure à la fumure F_1 correspondant au maximum de bénéfice net à l'hectare.

Cependant, on s'aperçoit dans les calculs pratiques que ces deux fumures ne sont jamais très différentes l'une de l'autre (ordre de 20 %).

L'examen des résultats d'essais de longue durée indique que, d'une année à l'autre, les variations des paramètres dont dépend la liaison entre rendements et fumures annuelles influent bien plus sur la détermination des fumures optimales que les variations relatives de prix des engrais vis-à-vis de ceux des récoltes. Pour les expérimentateurs, ceci est une raison de plus pour se dispenser de calculs de précision superflue.

C'est entre des limites très étendues que l'action des fertilisants, même quand elle suit une loi d'action moins que proportionnelle, correspond à un abaissement du prix de revient à l'unité de poids et à une augmentation de la rente du capital investi en charges de culture.

II. — Rentabilité a long terme ou rentabilité en régime d'entretien

Une comparaison peut aider à préciser le nouveau point de vue : si l'on modifie pendant un court intervalle de temps la puissance fournie à un volant mécanique, la puissance utilisable de ce volant ne subit qu'une variation beaucoup plus petite. Et l'on ne saurait évaluer le rendement de la machine d'après le rapport des accroissements de la puissance utilisable et de la puissance fournie pendant ce court intervalle de temps. Or c'est précisément ce genre de raisonnement que l'on tient lorsqu'on évalue la rentabilité d'un engrais, comme on l'a fait ci-dessus, d'après l'effet d'une fumure annuelle, du moins en ce qui concerne des éléments retenus par le pouvoir absorbant du sol comme le phosphore, le potassium, le magnésium, etc.; la situation n'est d'ailleurs pas fondamentalement différente pour des éléments comme l'azote ou le soufre, dans la mesure où ils sont stockés dans le sol sous forme organique (ou sous forme ammoniacale pour l'azote).

Chaque culture n'exporte en effet qu'une petite fraction du stock d'éléments du sol, par exemple, pour fixer les idées, 5 p. 100 de la réserve directement assimilable de l'un des premiers éléments cités. La suppression de l'apport de l'un d'eux pendant quelques années ne modifie pas sensiblement le pouvoir alimentaire du sol. Chaque fumure annuelle agit en fait sur une très longue série de cultures ultérieures, mais chaque culture est alimentée surtout par les reliquats d'une très longue série de fumures antérieures. En sol déjà convenablement pourvu, le rôle essentiel de chaque fumure annuelle n'est pas de procurer un bénéfice dans l'immédiat, mais d'entretenir le volant des réserves.

Les calculs qui précèdent ne sont valables — pour apprécier le rendement économique de chaque fumure annuelle prise isolément — que si après culture, le stock d'élément fertilisant du sol reste inchangé. Les fumures optimales précédemment définies n'ont de sens que si elles se placent dans la zone où les exportations de P ou de K sont approximativement compensées par les fumures (en moyenne au cours d'une rotation).

Dans le cas contraire, on pourrait être tenté de tenir le raisonnement suivant :

Les exportations d'éléments fertilisants par les récoltes augmentent en général avec la dose d'engrais appliquée; sur la figure 2 on a représenté cette augmentation par une droite pour simplifier; la distance verticale à la bissectrice (E-A) mesure la diminution ou l'augmentation de la réserve du sol. En cas de déficit, le bénéfice dû à l'engrais devrait être diminué du prix de la quantité d'élément fertilisant prélevée sur la réserve, et majoré en cas d'enrichissement du sol après culture. En d'autres termes, sur la figure 1, la droite C représentant les charges

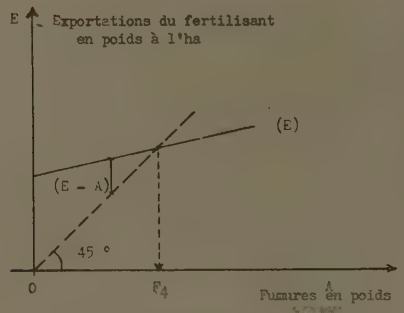


FIG. 2.

(E — A) évolué en argent, correspond à la correction de (C) en (C') en fig. 1.

devrait être remplacée par une courbe C' tenant compte des variations de la réserve du sol exprimées en argent, au prix du commerce, puisque l'entretien ou l'augmentation de la réserve ne peuvent être assurés que par achat d'engrais. Ce terme correctif aurait pour effet de rapprocher la fumure optimale de celle donnant le rendement maximum.

En fait, ce raisonnement serait encore illusoire, car l'exportation d'élément fertilisant par les récoltes dépend au moins autant, sinon plus, du niveau de la réserve du sol que de l'engrais appliqué à la culture considérée. Ainsi le diagramme E de la figure 2 pivote autour du point d'intersection (en sens inverse des aiguilles d'une montre) au fil des années. La courbe du rendement se déplace elle aussi. Au surplus, le rendement *maximum* de la fumure annuelle peut être plus élevé en présence d'une réserve convenable d'élément dans le sol, que par application d'une forte fumure à un sol pauvre ou appauvri.

En définitive, il conviendrait d'introduire dans l'étude économique de l'emploi des engrais une comptabilité-matières faisant ressortir le bilan de chaque élément fertilisant au cours d'une rotation. Sans doute l'établissement d'un bilan exact n'est-il pas possible en culture. Mais on peut l'apprécier avec une approximation suffisante d'après des expériences culturales et des études comportant l'analyse des récoltes, des engrais produits par la ferme, et si possible des eaux de drainage.

En régime permanent d'entretien des réserves, c'est-à-dire lorsque le bilan des éléments importés et exportés demeure indéfiniment en équilibre, le pouvoir alimentaire du sol demeure constant (1), et chaque fumure est utilisée en fait à 100 p. 100 (2); les éléments utiles des engrais jouent alors le rôle de véritables matières premières, à comptabiliser comme telles.

Dans un tel régime, il faut considérer que chaque élément apporté est nécessaire dans sa totalité pour produire la totalité du rendement, comme n'importe quel autre facteur de la production, l'apport des semences par exemple, puisque tous les facteurs de la production agissent solidairement, chacun ne pouvant rien sans le concours de tous les autres. En l'absence d'engrais, ou en régime indéfiniment déficitaire, le capital foncier que constituent les réserves nutritives du sol s'épuiserait peu à peu, jusqu'à de graves carences, au bout d'un temps plus ou moins

(1) A part le cas, assez rare, d'une fixation irréversible et définitive de phosphate.
(2) Les éléments perdus par drainage doivent être comptés comme utilisés dans la mesure où ces pertes sont inévitables.

long selon la réserve initiale et le déficit annuel. On pourrait objecter à cette manière de voir que la suppression des engrais ou d'un élément nécessaire n'a presque jamais pour conséquence l'annulation complète de la production, même au bout d'un temps très long, bien que cela s'observe parfois après quelques années en sol pauvre. Il n'en reste pas moins que l'épuisement continu des réserves aboutirait fatalement à des chutes massives de rendement (1), excluant toute rentabilité de l'entreprise agricole, si ce n'est en agriculture très extensive.

De toutes façons, le calcul de la rentabilité des fumures tel qu'il a été envisagé ci-dessus n'apprécie que le bénéfice d'une opération à court terme, et le passage d'un compte-matières à un compte-caisse.

Envisageons maintenant deux régimes de fumures entretenant les réserves du sol chacun à un niveau constant, mais différent, l'un fournissant des rendements un peu plus élevés que l'autre, de 5 p. 100 en moyenne par exemple ou un peu plus. Les doses annuelles d'engrais nécessaires à l'entretien sont également différentes dans les deux cas. C'est précisément cette différence des doses d'entretien qui devrait être prise comme base de calcul pour comparer les rentabilités permanentes des deux systèmes de culture comportant des fumures différentes. Or les doses d'élément fertilisant nécessaires pour entretenir la réserve à un niveau optimal ne sont pas beaucoup plus grandes que celles nécessaires dans l'autre cas, au moins en ce qui concerne les phosphates, par exemple 60 au lieu de 50 kilogrammes P_2O_5 environ par hectare et par an en moyenne (en grande culture). Et c'est à cette différence de 10 kilogrammes qu'il faudrait rapporter les suppléments de récolte obtenus, ce qui conduit à une toute autre appréciation de la rentabilité que le précédent calcul. Quant à la potasse, les doses nécessaires annuellement pour l'équilibre du bilan augmentent plus rapidement que celles de P_2O_5 avec le niveau de la réserve à entretenir, les prélèvements de potasse par les plantes étant plus largement influencés. Dans des fermes vendant beaucoup d'organes végétatifs des plantes (pailles, fourrages, légumes), lesquels renferment la majeure partie de la potasse prélevée, ou dans les fermes perdant la majeure partie des purins, la rentabilité de l'entretien de la réserve de potasse du sol à un niveau élevé se trouve limitée de ce fait, alors que sa rentabilité à court terme y apparaît plus forte au contraire.

Ce qui précède n'exclut nullement l'utilité du calcul de la rentabilité des engrais à court terme : un agriculteur pourrait avoir de meilleurs emplois immédiats de ses disponibilités budgétaires, pendant un temps limité, que de les consacrer à entretenir la réserve d'un sol convenablement pourvu, ou à augmenter cette réserve si elle n'est pas encore à l'optimum. Mais si l'on adopte le principe que le capital des matières fertilisantes du sol doit être préservé — et l'éthique de la culture en bon père de famille ne saurait rejeter un tel principe, qu'il s'agisse d'humus ou d'éléments minéraux —, c'est la rentabilité à long terme qui doit prendre le pas sur celle à court terme.

(1) A l'exception de sols d'érosion sur roches cristallines, où la décomposition des minéraux primitifs renouvelle constamment la potasse et la magnésie assimilables; à l'exception également de sols renfermant naturellement des apatites susceptibles de se dissoudre progressivement.

INFLUENCE DE DIFFÉRENTES CONDITIONS PÉDOCLIMATIQUES SUR LE COMPORTEMENT DE L'ASSOCIATION LUZERNE-DACTYLE EN LIMAGNE ARGILO-CALCAIRE

par **Louis Gachon, D. Collier et M. Robelin**

(*Note transmise par* **M. M. Lemoigne**)

I. — Dispositif expérimental

C'est celui des cases de végétation de la Station d'Agronomie du Massif Central dont le sol est constitué par une terre noire de Limagne (1). Les conditions pédoclimatiques réalisées se subdivisent en deux groupes. L'un comprend des cases dites « humides » où l'alimentation hydrique des cultures est réalisée par un plan d'eau ou par des irrigations superficielles, l'arrosage complet étant effectué chaque semaine sur la base de l'évapotranspiration potentielle. L'autre comprend des cases dites « sèches » ne recevant que les eaux de pluie.

II. — Conditions expérimentales

Semis. — Il a été exécuté le 10 avril 1958, en lignes alternées espacées de 11,5 cm à raison de 15 kilogrammes par hectare d'une luzerne flamande associée à 5 kilogrammes par hectare de dactyle Floréal choisis pour leurs rythmes de croissance analogues.

Fertilisation. — En décembre 1958 et novembre 1959, 100 unités par hectare du super et 150 unités par hectare de K_2O du chlorure, épandus en couverture. Azote du nitrate de soude : 60 unités par hectare au départ de la végétation (9-3-1959 et 5-2-1960), puis 40 unités par hectare après chaque exploitation en deuxième et troisième années.

Régime d'exploitation. — Exclusivement par coupes successives en début de floraison de la luzerne (8 à 10 jours après l'apparition des fleurs). La première exploitation a été effectuée cependant à un stade de floraison un peu plus avancée dans le but de ménager les réserves; la dernière coupe a été pratiquée en novembre après l'arrêt de la végétation. Le dactyle est parvenu à épiaison et même à floraison lors de la première coupe. Le temps de repos entre les trois ou quatre premières exploitations se situe ainsi vers trente-trente-cinq jours.

Le dactyle et la luzerne ont été sectionnés respectivement à 3 centimètres et 5 centimètres environ au-dessus de la zone des ramifications.

III. — Observations culturales

Les variations de l'approvisionnement en eau conduisent à des aspects végétatifs différenciés. La luzerne soumise à la sécheresse présente des tiges grêles peu lignifiées et un système foliaire réduit en surface, peu turgescents et de couleur bleue grisâtre. Bien alimentée en eau, elle porte des feuilles normalement développées, d'un vert franc et vif, et des tiges vigoureuses.

(1) Voir *C. R.* 1954, **40**, 134.

Sur le dactyle, les différences de teinte ne sont pas sensibles. A l'automne, des attaques parfois importantes de rouilles se manifestent sur les cases arrosées ou possédant un plan d'eau élevé.

L'alimentation hydrique exerce également des effets spectaculaires sur la compétition réciproque de la luzerne et du dactyle. Ces effets sont cumulatifs et sont frappants en troisième année. Le contrôle séparé des productions de dactyle et de luzerne, facilité par le semis en lignes alternées, fournit des résultats chiffrés qui seront commentés plus loin.

A la fin de 1960, la suppression des cases de terre noire sur limon, a permis de constater que le système radiculaire de la luzerne avait exploré l'épaisseur complète du profil. Les racines de dactyle, fines et cassantes, ont été repérées à la partie supérieure du limon. Ces observations confirment que la couche de limon sous-jacente à la terre noire a également participé à la nutrition de la culture.

IV. — Résultats

Voir tableau I.

V. — Commentaires

1° *Rendement global en matière sèche* (à 15 % d'eau)

a) *Comparaison entre les types de profil.* — Le rendement en matière sèche étant essentiellement sous la dépendance de l'eau mise à la disposition des plantes, le contraste entre les deux groupes de cases est très net. Au contraire, les écarts sont faibles au sein de chaque groupe, si ce n'est l'arrosage à demi-dose qui se trouve en position intermédiaire.

La différenciation des rendements n'apparaît que lorsque les réserves en eau facilement utilisables sont épuisées dans toute l'épaisseur explorée par les racines. En première année, elle survient au cours du deuxième cycle dans les sols de 85 centimètres et au cours du troisième cycle dans les autres cases « sèches » pour aboutir à des chutes moyennes de production respectivement de 53 p. 100 et 19 p. 100 par comparaison au plan d'eau moyen de 1,20 m.

En deuxième année toutes les cases « sèches » sont moins productives dès la première coupe, en raison du déficit hydrique accumulé au cours de l'année précédente et non comblé au cours de l'hiver. Du fait du déficit d'alimentation hydrique, les rendements ont baissé en moyenne de 59 p. 100 dans les sols moins profonds et de 47 p. 100 dans les autres.

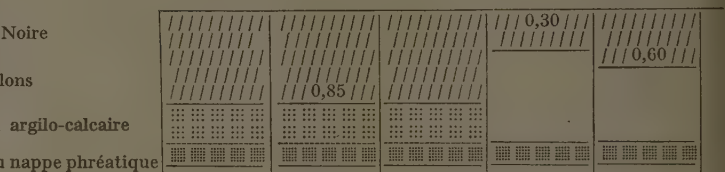
En troisième année, les phénomènes sont analogues, mais les baisses de rendements moins accusées, respectivement 38 p. 100 et 34 p. 100, comme sont également moins accusées les différences d'alimentation en eau : diminution légère de l'évapotranspiration potentielle et pluviométrie plus forte.

b) *Comparaison au sein des types de profil.* — Le régime des restitutions de matières organiques ne paraît pas jouer un rôle significatif (cases 7, 5, 18).

Il en est de même de la profondeur relative de la terre noire et du limon (autres cases « sèches »), ce qui est un fait nouveau. En effet, le rapport des productions de matière sèche récoltées sur les profils extrêmes (4-16/8-20) a mis en évidence une légère infériorité du profil à terre noire la plus mince pour toutes les cultures précédentes :

TABLEAU I. — Rendement (matière sèche a 15 % d'eau en

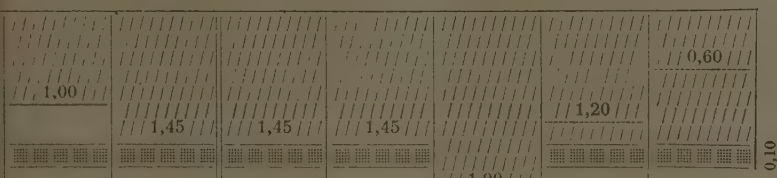
Cases « sèches »



N° des cases :	7		5		18		4-16		3-15	
Terre Noire										
Gravillons										
Limon argilo-calcaire										
--- Niveau nappe phréatique										
Date de la récolte :	(Témoin)		(Fumier)		(Résidus)					
	M.S.	D.	M.S.	D.	M.S.	D.	M.S.	D.	M.S.	D.
1958										
7 juillet	19,9	5	20,5	5	18,3	5	17,9	5	20,2	5
7 août	8,6	12	7,9	11	9,0	7	19,1	7	21,4	5
10 septembre							12,7	14	11,2	12
3 novembre	5,8	40	8,8	31	12,7	33	11,0	19	10,5	15
Total	34,3		37,2		40,0		60,7		63,3	
Moyenne		13		13		14		10		8
1959										
22 mai	51,6	56	45,3	9	54,2	41	61,7	30	61,6	31
23 juin	17,9	60	17,6	51	17,7	42	20,8	28	21,3	23
30 juillet	18,8	44	20,2	42	22,7	38	25,6	25	23,8	24
8 septembre	7,7	69	9,2	58	10,9	46	10,3	39	11,0	35
2 novembre										
Total	96,0		92,3		105,5		118,4		117,7	
Moyenne		56		49		41		30		28
1960										
13 mai	58,0	80	54,4	73	48,2	52	51,8	55	61,6	58
18 juin	15,6	68	18,6	67	17,4	52	20,1	55	18,9	50
18 juillet	9,3	51	10,9	42	12,0	35	12,8	37	13,0	42
6 septembre	22,7	42	26,2	30	25,0	20	28,7	26	27,8	32
7 novembre	18,8	67	17,8	43	17,5	46	16,5	47	19,0	49
Total	124,4		127,9		120,1		129,9		140,3	
Moyenne		68		56		43		46		49

QX /HA) ET PARTICIPATION DU DACTYLE (% DU RENDEMENT GLOBAL)

CASES « HUMIDES »



2-14		8-20		10-22 (demi-irrigation)		9-21 (irrigation)		1-13		11-23		12-24	
M.S.	D.	M.S.	D.	M.S.	D.	M.S.	D.	M.S.	D.	M.S.	D.	M.S.	D.
21,0	5	20,4	5	18,0	5	21,2	5	16,2	5	18,6	5	24,3	5
23,0	5	16,0	7	21,7	10	24,0	10	19,9	8	21,6	7	24,5	7
10,8	12	12,6	16	22,1	17	28,2	16	23,6	8	25,0	12	27,0	13
11,3	17	15,1	16	10,6	19	14,7	24	16,3	16	14,3	18	15,2	22
66,1	8	64,1	10	72,4	12	88,1	13	76,0	9	79,5	10	91,0	11
63,1	30	63,7	38	78,2	45	81,2	43	76,7	27	78,4	28	73,9	30
21,6	22	20,5	35	36,8	18	39,5	18	48,3	11	43,4	11	39,7	9
26,4	20	24,8	29	41,6	12	48,7	14	55,9	10	45,6	10	36,5	11
11,6	31	10,3	44	27,3	17	36,5	20	41,4	8	39,1	11	39,4	10
				15,5	18	18,9	32	21,3	3	21,0	6	21,2	3
122,7	27	119,3	36	199,4	27	224,8	28	243,6	15	227,5	16	210,7	16
60,2	53	64,6	64	64,1	23	70,0	33	61,0	6	61,6	8	62,2	12
18,3	55	18,0	51	36,6	14	46,2	20	43,3	8	51,0	7	46,3	8
13,7	49	11,9	34	23,2	6	29,6	16	29,3	11	33,4	3	28,2	5
26,4	38	25,9	27	36,0	6	44,3	14	44,2	10	39,7	2	37,7	3
18,9	68	14,1	38	19,8	12	22,4	16	20,9	15	20,0	6	18,0	7
137,3	48	134,5	50	179,7	15	212,5	23	198,7	9	205,7	6	192,4	8

1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960
carottes fourragères 0,86	blé d'hiver 0,87	orge d'hiver 0,89	betteraves sucrières 0,85	orge de printemps 0,84	maïs 0,92	luzerne-dactylé 0,95	0,99	0,97

Cette différence de comportement de l'association luzerne-dactyle peut résulter d'une meilleure exploitation du sous-sol de limon par la luzerne comparativement aux cultures annuelles précédentes.

L'influence de la profondeur du plan d'eau est notable en première année où l'on enregistre, comme sur chaque culture antérieure, une installation d'autant plus rapide que le plan d'eau est plus élevé. Cet avantage au départ s'annule en fin de végétation et s'inverse au cours des années suivantes où la profondeur du sol exploité devient un facteur favorable.

c) *Conclusions.* — L'association luzerne-dactyle a réagi comme les cultures précédentes aux différentes conditions pédoclimatiques réalisées dans ce dispositif expérimental. En particulier, les écarts extrêmes de rendement qui reflètent les déficits hydriques sont du même ordre que ceux enregistrés antérieurement sur la matière sèche *globale* des cultures annuelles d'été (betteraves fourragères et sucrières, maïs).

2° *Compétition de la luzerne et du dactyle*

Précisons de suite que le rendement global en matière sèche n'est pas influencé par le rapport relatif de la luzerne et du dactyle. Ce fait a été mis en évidence à la suite de dégâts partiels ayant affecté certaines parcelles du dispositif. On a constaté chaque fois qu'après deux à trois mois nécessaires au rétablissement de la culture, le rendement remontait intégralement au niveau de la parcelle homologue, malgré des rapports divergents entre les constituants. Pour cette raison, les taux réciproques de la luzerne et du dactyle n'ont pas la précision des rendements globaux.

Dès l'implantation, la luzerne a pris partout l'avantage sur le dactyle, à tel point que la séparation des deux plantes n'a pas été jugée nécessaire à la première récolte où on peut estimer à 5 p. 100 environ la part pondérale revenant au dactyle.

Dès le deuxième cycle, de légères variations au bénéfice du dactyle s'observent sous deux influences opposées : l'apparition de la sécheresse et la pratique des arrosages.

En deuxième et troisième année, le dactyle prend de plus en plus d'importance dans les cases « sèches » alors que sa participation demeure faible dans les cases « humides ».

D'une année à l'autre, le rapport des constituants subit des fluctuations qui se répètent : le dactyle est plus abondant à la première exploitation. Ce fait paraît être la conséquence du meilleur développement du dactyle aux basses températures du printemps.

L'interprétation de ces faits semble liée au développement radiculaire de chaque constituant de l'association végétale. L'implantation plus rapide de la luzerne lui assure la supériorité initiale dans la compétition pour intercepter l'énergie lumineuse, d'autant plus qu'aucun apport d'azote n'a été effectué en première année. Douée d'un système radiculaire plus puissant, la luzerne explore progressivement les couches profondes et y puise les réserves hydriques dont elle a besoin. Mais, une fois les réserves hydriques profondes épuisées, et non reconstituées au cours de l'hiver, comme c'est le cas. le dactyle se trouve le mieux placé pour utiliser les eaux de pluie superficielles qui lui assurent un avantage relatif.

Dans les cases à plan d'eau, c'est l'inverse qui a lieu puisque les sources d'eau sont à la base du profil et dans ces conditions, le taux du dactyle tombe à moins de 10 p. 100 malgré les copieux apports d'azote. Le plus surprenant est d'enregistrer l'adaptation heureuse de la luzerne au plan d'eau à 60 centimètres de la surface du sol.

Les cases arrosées sont en position intermédiaire. L'abondance de

l'eau dans les couches supérieures, a permis la très bonne installation du dactyle qui fournit près de la moitié du rendement à la première coupe de 1959. Mais la force de compétition de la luzerne s'est trouvée malgré tout supérieure à la sienne, *même dans ces conditions d'alimentation hydrique optimum*, et le dactyle a été progressivement dominé. Ces observations confirment les données classiques sur la force de compétition des deux plantes.

La saturation du profil des cases arrosées réalisée à la fin de l'expérience a permis de constater que les deux traitements arrosés présentaient sensiblement le même déficit hydrique, inférieur à la moitié des réserves utilisables. Ce fait paraît normal pour les cases qui ont reçu une quantité d'eau voisine de l'évapotranspiration potentielle, mais est étonnant pour le traitement à demi-dose. Il faut donc en conclure que, du fait des irrigations superficielles, le système radiculaire de la luzerne n'aurait pas exploré les couches profondes où les réserves hydriques sont demeurées inexploitées.

3e *Composition chimique* (voir tabl. II)

L'analyse immédiate des récoltes enregistre des variations de valeur alimentaire sous l'influence de deux facteurs principaux :

D'abord, *le stade physiologique* qui n'est pas identique à chaque exploitation. Les coupes précoces, les ultimes, sont plus riches en matières azotées et en matières minérales mais sont plus cellulosiques; à l'inverse des premières exploitations annuelles. Il ne s'agit pas là de constatations nouvelles, mais il apparaît que le dactyle soit plus sensible que la luzerne à cette influence. Les variations parallèles de l'azote entre le dactyle et la luzerne méritent d'être soulignées.

Ensuite, *le déficit hydrique* qui intervient surtout sur le taux de cellulose en le maintenant à un bas niveau. Mais la luzerne est la plus touchée, peut-être parce que la sécheresse affecte davantage les couches profondes où se tiennent la plupart de ses racines.

Le taux d'azote subit moins les effets du déficit hydrique, mais d'une manière singulière. En première année, il manifeste une légère tendance à être plus élevé dans les cases « humides » et inversement ensuite, montrant ainsi une interaction due à l'âge de la culture.

En raison des faibles différences enregistrées par l'analyse immédiate entre le dactyle et la luzerne provenant de la même récolte, il résulte que la valeur alimentaire globale est peu modifiée par le rapport des constituants botaniques de la production.

L'analyse minérale de la récolte confirme l'accroissement du taux de P_2O_5 constaté antérieurement sous l'influence du plan d'eau élevé, mais aussi sous l'influence des irrigations abondantes. On observe également l'antagonisme du calcium et du potassium au bénéfice du dernier dans les coupes d'été récoltées à un stade plus jeune, et surtout en deuxième et troisième années où le taux de calcium a nettement baissé.

4o *Conclusions*

Lorsque l'alimentation minérale est assurée, la production de matière sèche d'une luzerne-dactyle dépend essentiellement des disponibilités en eau que cette association trouve dans la zone d'exploration radiculaire. Dans les conditions climatiques de la Limagne, les rendements maxima voisins de 18 à 20 tonnes par hectare de matière sèche, ont été réalisés avec une évapotranspiration d'environ 1 000 millimètres, correspondant à l'évapotranspiration potentielle. Dans ces conditions optimales, sous le régime d'exploitation adopté, le taux de dactyle

TABLEAU II. — Composition chimique (‰ de matière sèche à 105°)

	Numéros des cases	1958			1959						1960					
		Azote	Cellulose	Cendres	Azote		Cellulose		Cendres		Azote		Cellulose		Cendres	
		L+D	L+D	L+D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D
Cases « sèches »	5	33,4		140	22,6	22,4	352	317	112	127	26,8	23,2	315	281	123	119
		35,3		139	38,2	34,6	235	290	113	144	36,8	30,6	212	264	132	135
		—		—	35,2	35,4	246	276	117	148	37,8	35,2	193	230	148	145
		32,5		145	40,7	35,8	175	245	122	122	36,2	29,8	304	296	127	129
											37,2	33,8	208	228	135	126
	8-20	33,8	260	140	25,6	19,5	351	346	115	115	28,1	24,9	274	289	137	123
		35,8	255	141	36,2	33,3	238	312	115	143	35,6	32,5	210	264	138	136
		35,9	168	140	34,6	34,7	256	297	117	151	36,4	35,7	195	231	150	142
		40,5	224	133	39,8	35,8	184	244	127	128	34,4	32,3	302	299	136	141
											35,6	36,1	206	230	148	133
Cases « humides »	9-21	35,9	266	136	25,6	18,9	370	370	108	119	28,0	23,8	320	344	123	128
		33,6	314	132	33,0	32,2	351	310	113	163	30,5	29,1	338	310	128	156
		34,2	291	143	29,8	33,2	370	302	105	150	31,1	30,6	326	260	117	201
		39,1	215	141	30,6	30,0	298	290	126	143	30,0	29,8	334	279	114	175
					35,1	34,6	263	236	124	143	36,2	36,0	233	247	134	151
	10-22	38,7	274	137	25,2	18,8	350	386	109	114	26,0	25,6	334	324	121	129
		36,1	303	131	32,5	32,2	318	317	106	163	30,7	32,4	314	304	125	148
		36,8	282	143	31,3	32,9	344	312	108	156	32,2	33,4	282	276	126	175
		37,7	211	146	32,0	33,2	289	278	112	145	30,2	31,1	324	284	120	179
					36,9	31,2	220	250	127	160	35,5	37,4	221	247	136	147
	1-13	40,3	270	140	26,3	20,7	346	339	109	117	28,8	29,3	304	252	154	173
		35,0	292	136	32,6	33,4	336	304	120	159	32,2	33,0	332	282	127	149
		37,0	285	135	30,1	32,6	348	286	108	151	31,4	35,0	322	258	123	162
		38,4	198	141	31,2	33,7	309	303	110	147	29,8	31,5	352	299	122	150
					34,2	37,6	241	263	124	145	36,7	36,6	233	227	142	179

s'est stabilisé vers 15-20 p. 100. Mais il subit de très nettes variations en fonction du mode d'alimentation en eau dont on doit tenir compte, en définitive, pour fixer le rapport des constituants de la semence.

Dans les sols bénéficiant d'apports d'eau importants, soit par la présence d'une nappe phréatique à portée des racines, soit par des irrigations suffisantes, le dactyle devrait être semé à part égale avec la luzerne, comme le confirme la pratique en Limagne.

Dans toutes les autres conditions pédoclimatiques, le semis devrait être maintenu sur la base de 15 kilogrammes par hectare de luzerne et 5 kilogrammes par hectare de dactyle suivant les données habituellement préconisées en France.

SÉANCE DU 22 MARS 1961

Présidence de M. de Vilmorin

DÉCÈS D'UN CORRESPONDANT

M. le Président. — Nous avons le regret d'annoncer le décès de M. Hubault, qui était Correspondant national de la Section de Sylviculture. Nous exprimons à sa famille les vives condoléances des membres de l'Académie et, dès aujourd'hui, M. Guinier veut bien évoquer la mémoire de notre regretté Correspondant.

ÉTIENNE HUBAULT (1886-1961)

M. Guinier. — Récemment est décédé un de nos Correspondants dans la Section de Sylviculture, Étienne Hubault. Diplômé de l'Institut agronomique, Hubault a été admis à l'École des Eaux et Forêts en 1907. D'abord affecté à divers services en Savoie, il manifesta un intérêt spécial pour les questions du domaine de la Zoologie dont ont à se préoccuper les fonctionnaires des Eaux et Forêts. En 1919 il fut nommé Assistant à la Station de Recherches et Expériences forestières (section de Zoologie et Aquiculture).

Poursuivant ses études, sous la direction notamment de l'éminent biologiste qu'était Lucien Cuénot, il a effectué des recherches originales qui ont abouti à une thèse sur la biologie de certains Invertébrés torrenticoles. Appelé en 1929 à professer à l'École des Eaux et Forêts la Zoologie forestière et l'Aquiculture, il a poursuivi des études sur certains insectes dommageables aux forêts et surtout sur la biologie de certains cours d'eau et de quelques lacs. On lui doit l'organisation de la Station hydrobiologique du lac du Bourget qui est un centre de recherches sur les lacs et cours d'eau alpins et qui permet à de jeunes forestiers d'effectuer des stages de spécialisation en aquiculture. Il s'est intéressé aussi à la pollution des eaux par les déversements industriels, délicate question qu'il a envisagée sous ses divers aspects.

Aspects et Étapes de la Recherche agronomique en France (*Suite*)

XXXIII. LES PROBLÈMES DE L'AGRICULTURE GÉNÉRALE ET DE LA DÉFENSE DES CULTURES (Période 1848-1914)

M. Diehl. — La seconde moitié du XIX^e^ siècle et le début du XX^e^ ont vu se préciser, en France, l'orientation de la recherche agronomique vers la solution de problèmes purement techniques sans, toutefois, négliger les études d'ordre plus nettement scientifique dont les applications devaient, plus tard, se montrer fructueuses.

Dans le domaine de l'étude des sols et de leur fertilisation, les agronomes français ont entrepris des travaux d'expérimentation systématique

de longue durée. Dehérain créa en 1875, à Grignon, un champ d'essais relatif aux engrais minéraux et amendements organiques qui régulièrement entretenu continue à fournir, de nos jours, de précieux renseignements. Les problèmes concernant la Chimie du Sol étant examinés par ailleurs, nous nous limiterons à ce bref rappel sans oublier toutefois de signaler les travaux très variés de G. André qui, tant en matière de Chimie du Sol que de Chimie végétale peuvent encore être consultés avec fruit.

L'amélioration des végétaux cultivés devait attendre le début du XX^e siècle pour prendre son essor; auparavant, le problème du choix de bonnes semences prenait, sous l'impulsion d'E. Schribaux, une importance considérable et justifiée.

De 1884 à 1921 les recherches sur la germination, la mise au point des techniques de contrôle et de répression des fraudes devaient absorber la plus grande partie de l'activité scientifique de celui qui, pendant quarante ans, assura l'enseignement de l'Agriculture à l'Institut Agronomique et fonda, en 1884, la Station d'Essais de Semences.

Après la détermination des règles du choix des semences et des problèmes de la germination, se placent, tout naturellement les connaissances relatives à la croissance et au développement des végétaux cultivés. Dans ce domaine, de nombreux travaux de physiologie pure et appliquée méritent d'être signalés; ils permettront d'orienter d'une manière plus rationnelle les techniques de culture et de fertilisation.

De 1882 à 1889 A. Girard précise, dans des études remarquables, le rythme de croissance de la betterave sucrière et de la pomme de terre ainsi que les conditions de la formation des glucides dans ces deux plantes. Maquenne (1896) apporte de nouvelles précisions sur l'élaboration du sucre dans la betterave. Muntz (1886) puis Dehérain et Dupont (1902) étudient les conditions de maturation du seigle et du blé et l'accumulation de l'amidon dans les grains. Il faudrait citer, enfin, les diverses recherches de Grandeau, Dumont, Joulie, etc. sur le développement et la nutrition minérale des Céréales.

Poursuivant les travaux, devenus classiques, de Knop, Maze, à partir de 1912, publia les résultats de ses recherches sur la culture du maïs en solutions nutritives, apportant ainsi une importante contribution à l'étude de la nutrition minérale des végétaux supérieurs dont l'intérêt ne devait être compris qu'après de très nombreuses années.

La deuxième moitié du XIX^e siècle a posé à l'Agriculture française de graves problèmes relatifs à la protection des végétaux. Ceux qui concernent la vigne étant évoqués par ailleurs, nous rappellerons seulement l'introduction du mildiou de la pomme de terre et la mise au point du traitement à la bouillie bordelaise par Prillieux (1888) qui dirigea pendant de longues années la Station de Pathologie végétale. Le début du XX^e siècle vit apparaître les premiers travaux sérieux sur les maladies à virus de la pomme de terre; à la suite du hollandais Quanjer, E. Foex et V. Ducomet apportèrent avant 1914 une contribution importante à la connaissance de ces maladies qui devait permettre dès 1924 d'amorcer, en France, la production de plant sain.

C'est également au début du XX^e siècle que se placent les premiers essais relatifs à l'usage des herbicides sélectifs de contact. Après l'observation accidentelle de Bonnet (1896) sur l'action du sulfate de cuivre, Schribaux dès 1913 préconise l'usage de l'acide sulfurique qui devait se développer dix années plus tard.

Pendant cette longue période qui va de 1848 à 1914, la Recherche scientifique s'introduit réellement en Agronomie, mais elle est encore le fait de quelques savants isolés. Les liaisons avec la pratique et l'expérimentation restent encore précaires ou inexistantes, les résultats de recherches de grande valeur mal exploitées et avec beaucoup de retard.

Il faudra attendre l'issue de la première guerre mondiale pour voir s'ébaucher une organisation plus rationnelle et plus efficace.

LA SITUATION FINANCIERE DE L'AGRICULTURE AU COURS DE LA DERNIERE CAMPAGNE 1959-1960

M. André Cramois. — I. — *Produit brut et charges de l'agriculture en 1959-1960.* — Les évaluations du produit brut et des charges de l'agriculture fournies chaque année par l'I.N.S.E.E. permettent de suivre dans leurs grandes lignes l'évolution des recettes et des dépenses de l'agriculture et celle du revenu des agriculteurs.

Les recettes globales brutes de l'agriculture ont été estimées pour la campagne 1959-1960 (du 1er juillet 1959 au 30 juin 1960) à 34 000 millions de nouveaux francs, dont 21 750 millions de nouveaux francs pour la production animale et 12 250 millions de nouveaux francs pour la production végétale, soit une augmentation de 2 450 millions de nouveaux francs sur la campagne 1958-1959.

Cette augmentation, qui est de l'ordre de 8 p. 100, est due principalement à la production animale qui est en progrès de 1 800 millions de nouveaux francs, alors que les productions végétales ne sont elles-mêmes en progrès que de 650 millions de nouveaux francs.

Les dépenses, qui s'élèvent pour l'ensemble de la campagne à 10 700 millions de nouveaux francs, se sont accrues d'environ 3 p. 100. La plupart des postes ont subi peu de changement par rapport à la campagne précédente. Il convient pourtant de noter une progression de la consommation des engrais et une diminution des achats de matériel, notamment de tracteurs.

La consommation d'engrais, d'amendements calcaires et produits antiparasitaires, qui avait marqué un temps d'arrêt pour certains produits en 1958-1959, a repris un mouvement ascendant. Le montant des achats effectués s'établit à 2 100 millions de nouveaux francs contre 1 950 millions de nouveaux francs en 1958-1959.

La dépense globale pour achats de machines agricoles est, pour l'ensemble de la campagne, de 1 750 millions de nouveaux francs contre 1 850 en 1958-1959. Il faut préciser toutefois que si les ventes de tracteurs au cours des trois premiers trimestres de la campagne 1959-1960 ont été inférieures à celles enregistrées pour la campagne 1958-1959 pendant la même période, par contre, les ventes effectuées au cours du dernier trimestre ont marqué une légère reprise. Cette reprise tend à s'affirmer et sera stimulée, pense-t-on, par le succès que vient de remporter le 32e Salon international de la machine agricole.

***

Bien que les évaluations du revenu de l'agriculture ne constituent que des ordres de grandeur, la comparaison des résultats des campagnes successives fournit une utile indication de tendance.

L'I.N.S.E.E. considère que les revenus de l'activité agricole auraient augmenté de 10 à 12 p. 100 en 1959-1960 par rapport à la campagne 1958-1959. Pendant cette période, les prix de gros et de détail auraient respectivement progressé de 4,7 et 4,8 p. 100.

Ces données permettent à l'Institut d'affirmer que le pouvoir d'achat réel des agriculteurs serait en progrès, mais il paraît difficile, dans ce domaine, d'avancer un chiffre.

***

Peut-être le rapport sur la situation de l'économie agricole au 31 décembre 1960 nous apportera-t-il quelque précision à cet égard.

Celui que le Ministère de l'Agriculture vient de publier est arrêté

au 31 décembre 1959. La comparaison des chiffres qu'il contient avec ceux de l'I.N.S.E.E. n'est pas toujours aisée.

On a en effet choisi pour ce rapport de présenter les résultats selon les méthodes de la comptabilité nationale.

***

Dès maintenant, les chiffres publiés par l'I.N.S.E.E. expliquent qu'une détente se soit produite en 1960 dans les difficultés de l'agriculture.

Ce phénomène a d'ailleurs été général dans les pays de la Communauté économique européenne à l'exception de l'Italie, où, par suite des circonstances atmosphériques, la production agricole a reculé en 1960 d'environ 3 à 4 p. 100.

Les causes du malaise paysan analysées avec lucidité par notre confrère François Robin dans sa communication à l'Académie des Sciences morales et politiques n'ont certes pas disparu mais les récoltes abondantes de 1960 et les corrections apportées à quelques prix ont permis à l'agriculture de reprendre son souffle.

II. *Financement de l'agriculture; endettement.* — L'appel au crédit ne s'est pas ralenti en 1960.

Le solde global des prêts en cours est passé de 9 938 millions de nouveaux francs au 31 décembre 1959 à 11 921 millions de nouveaux francs à la fin de 1960, soit un accroissement de 1 983 millions de nouveaux francs contre 1 620 millions en 1959 et 1 030 millions de nouveaux francs en 1958.

Du même ordre de grandeur qu'en 1959, le pourcentage d'augmentation s'établit à près de 20 p. 100.

Comme les années précédentes, l'accroissement des risques porte principalement sur les prêts à court terme et à moyen terme dont la progression atteint 21 et 24 p. 100, soit un pourcentage sensiblement identique à celui de l'exercice 1959, tandis que celui enregistré pour les prêts à long terme se situe, avec 368 millions de nouveaux francs, à un niveau moins élevé, de l'ordre de 13 p. 100.

Pour les crédits à court terme, l'accroissement de l'encours provient à la fois des prêts de campagne et des prêts de financement de récoltes.

Le développement des crédits à moyen terme provient surtout des prêts individuels de modernisation et d'équipement, d'une durée égale ou supérieure à cinq ans, et des prêts d'installation aux jeunes agriculteurs et aux jeunes artisans ruraux.

Il convient de souligner l'effort réalisé par le Crédit agricole pour l'habitat rural : 347 millions de nouveaux francs ont été accordés sous forme de prêts à moyen terme (contre 172 millions en 1959) auxquels se sont ajoutés 94 millions de nouveaux francs de prêts à long terme. C'est donc plus de 44 milliards d'anciens francs qui ont été prêtés en 1960 pour améliorer l'habitat.

Les prêts d'installation des jeunes, avec un encours de 1 047 millions de nouveaux francs au 31 décembre 1960 contre 882 à la fin de 1959, enregistrent une augmentation de 165 millions de nouveaux francs sensiblement égale à celle de l'année précédente, 160 millions de nouveaux francs, mais nettement supérieure à celles de 1957 et 1958 (120 millions de NF).

***

Sept mille 44 millions de nouveaux francs de prêts ont été consentis par le Crédit agricole du 1er juillet 1948, date de mise en œuvre des programmes d'investissements agricoles, au 1er janvier 1961, dans le cadre des actions prévues par les plans de modernisation et d'équipement.

La rentabilité des opérations financées demeure au premier plan des préoccupations des Caisses. Si modéré que soit le coût des prêts du Crédit agricole qui s'attache à appliquer avec rigueur la politique de baisse des taux d'intérêt suivie par les Pouvoirs publics, il est indispensable que la charge qu'ils constituent demeure en harmonie avec les produits escomptés de l'exploitation.

La stabilité monétaire a, de façon générale, modifié les données de l'endettement et les crédits accordés doivent faire l'objet d'études économiques attentives, études qui se trouvent progressivement facilitées par le développement des Centres d'études techniques agricoles (C.E.T.A.) et des Centres de gestion qui trouvent une très large audience auprès des jeunes agriculteurs et contribuent à diffuser les indispensables notions de calcul économique.

***

Comme au cours des exercices précédents, les ressources provenant de l'autofinancement ont constitué la majeure partie des capitaux mis en œuvre par le Crédit agricole.

Au 31 décembre 1960, ces ressources comprenaient 602 millions de nouveaux francs représentant le capital et les réserves des Caisses de Crédit agricole, 5 247 millions de nouveaux francs de dépôts effectués dans ces caisses et 6 767 millions de nouveaux francs provenant des émissions permanentes et temporaires de la Caisse nationale soit, au total, 12 616 millions de nouveaux francs en progression de 28 p. 100 sur l'année précédente.

Les dépôts de fonds sont en accroissement régulier : le nombre de comptes ouverts dans les caisses de Crédit agricole s'est augmenté en 1960 de plus de 130 000 comptes et dépasse maintenant 2 millions dont 1 984 000 comptes individuels. Leur solde est passé de 4 255 millions de nouveaux francs fin 1959 à 5 247 millions au 31 décembre 1960, soit une progression de 23 p. 100.

Les bons à trois ans et à cinq ans financent presque intégralement, depuis plusieurs années, les prêts à moyen terme ordinaires d'une durée supérieure à cinq ans, ceux d'une durée inférieure pouvant bénéficier de la faculté de réescompte dont la Caisse nationale dispose auprès de la Banque de France.

C'est dire que le développement des prêts de modernisation et d'équipement et, en particulier, celui des prêts individuels est fonction des résultats obtenus par la politique d'autofinancement.

Au 31 décembre 1960, le montant des bons en circulation atteignait 4 177 millions de nouveaux francs, en accroissement de 1 151 millions sur le chiffre correspondant de 1959.

La Caisse nationale a procédé d'autre part comme chaque année, au printemps et à l'automne, à l'émission d'un emprunt spécialisé qui, en 1960, avait pour objet la poursuite des opérations de prêts à long terme individuels d'accession à la petite propriété. Près de 510 millions de nouveaux francs ont été ainsi recueillis qui permettront le financement des prêts de cette catégorie jusqu'au début de l'année 1962.

Les prêts d'installation aux jeunes agriculteurs et artisans ruraux, de leur côté, ont été consentis en 1960 sur le reliquat du produit de l'emprunt émis en 1959.

Leur réalisation, qui va trouver dans l'application des récentes dispositions sur l'encouragement à la promotion sociale l'occasion d'un nouveau développement, doit être assurée par les ressources qui seront collectées cette année grâce à l'emprunt de la Caisse nationale dont la première tranche sera émise à partir du mardi 4 avril.

L'accueil réservé à cet emprunt dans les milieux agricoles et ruraux commandera les concours qui pourront être accordés par le Crédit agricole,

tant en 1961 qu'en 1962, à cette catégorie d'emprunteurs dont le rôle dans l'évolution de l'agriculture n'a guère besoin d'être souligné.

III. *Perspectives.* — Aussi bien d'après les évaluations de l'I.N.S.E.E. que d'après les comptes de la Nation, le bilan de l'agriculture au 1er janvier 1961 fait apparaître des résultats en progrès sur ceux de la précédente campagne.

Mais, déjà, dans plusieurs secteurs de base, céréales secondaires, betteraves, viande, lait, vin, l'existence d'importants surplus menace dangereusement l'équilibre des marchés agricoles et risque de compromettre l'amélioration enregistrée si des débouchés ne sont pas assurés.

Plus généralement dans tous les pays où l'agriculture est en expansion, le problème majeur a cessé d'être un problème de production. En présence du progrès technique qui se généralise et tend à produire tous ses effets, le problème des débouchés prend le pas sur tous les autres.

Il se pose aux États-Unis comme en France dans des termes analogues.

Une des premières préoccupations du nouveau Président des États-Unis, M. J. F. Kennedy, a été d'établir un programme agricole propre à accroître le pouvoir d'achat du producteur.

Ce programme, animé par deux principes : celui du maintien d'une production suffisante et celui de la parité du revenu agricole avec ceux des autres secteurs économiques, comporte, avec la défense de la forme familiale de l'exploitation, l'établissement d'une législation favorable aux coopératives agricoles, une politique de crédits accrus et un effort intense pour une meilleure commercialisation et la recherche de débouchés.

Nulle part donc les difficultés de l'agriculture n'ont été résolues mais, partout, l'attention a été appelée sur ces difficultés et les Gouvernements y sont ainsi devenus plus attentifs.

M. Désiré Leroux. — Profane, j'imagine que les prêts consentis par le Crédit agricole sont des prêts à garantie financière, ayant essentiellement pour gage la solvabilité des emprunteurs.

N'y a-t-il pas aussi des prêts à garantie technique accordés sur simple considération des connaissances du jeune agriculteur, celles-ci constituant un important facteur de réussite?

M. Cramois. — La question de notre confrère est importante.

J'ai surtout parlé du passé. M. Leroux se tourne vers l'avenir. Nous y sommes également très attentifs. Nous cherchons, à l'heure actuelle, à mettre au point des mécanismes de crédit qui, précisément, fassent davantage appel aux garanties techniques qu'aux garanties réelles.

Ceci est l'un des objectifs d'un projet de décret sur le Crédit agricole que nous avons étudié en liaison avec la Fédération nationale du Crédit agricole et dont le Ministre de l'Agriculture est actuellement saisi.

Le Ministre de l'Agriculture utilisera pour la mise au point de ce texte le résultat des travaux qui avaient été conduits par le Groupe de travail présidé par notre confrère M. Maspetiol.

M. Gillouard. — Étant arrivé en retard, certaines indications dans la communication de notre confrère m'ont peut-être échappé.

Je voudrais demander à notre confrère quelques explications sur les chiffres entendus. D'abord l'augmentation de recettes de 10 à 12 p. 100 en 1960 par rapport à 1959. Ensuite l'augmentation de 8 p. 100 dans les investissements. Ce sont des pourcentages qui ne donnent pas des sommes. Par contre, si j'ai bien compris, il y a aussi augmentation de l'endettement, au cours de la campagne 1960, de 198 milliards.

Il convient de rappeler que la campagne 1959 avait été désastreuse, et qu'une augmentation de recettes de 10 à 12 p. 100 par rapport à cette campagne signifie une situation améliorée, mais l'augmentation de l'endettement semble bien prouver qu'elle est loin d'être saine.

M. Cramois. — Je voudrais répondre avec le maximum de précision à l'intéressante observation présentée par M. Gillouard. Il est exact que l'accroissement de la masse des recettes de l'agriculture a été en 1960 de l'ordre de 8 p. 100.

Il est exact également que, compte tenu de l'évolution des prix, l'I.N.S.E.E. considère qu'il y a eu augmentation du pouvoir d'achat des agriculteurs pour la campagne 1959-1960.

Enfin, l'accroissement de l'endettement envers les Caisses de Crédit agricole a été de 198 milliards d'anciens francs au cours de l'année 1960, soit une augmentation de l'ordre de 20 p. 100.

Mais je ne crois pas qu'on puisse tirer trop de conclusions de la comparaison de ces pourcentages.

L'augmentation de l'endettement répond à une notion distincte. On peut parfaitement concevoir qu'une agriculture, en déficit au cours d'un exercice, ait quand même accru son endettement pour accroître ses investissements et se mettre en mesure de produire dans de meilleures conditions.

Une augmentation d'endettement de 20 p. 100 n'est pas dangereuse si les investissements financés par le crédit ont été judicieux et si la situation de l'agriculture ne doit pas connaître de détérioration trop rapide dans les mois et dans les années qui viennent.

M. Gillouard. — Je voudrais encore faire une remarque sur la provenance de l'augmentation des recettes. Elle résulterait surtout de la production animale.

Augmentation de recettes ne signifie pas augmentation de bénéfices. La production animale, j'ai déjà eu l'occasion d'en faire la déclaration à cette tribune, est de moins en moins rentable. Les Comités de gestion en apportent la preuve. Je regrette que M. Chombard de Lauwe ne soit pas là. Des renseignements que j'ai eus, provenant d'un Comité de gestion important qu'il patronne, prouvent que les résultats de la campagne sont diamétralement opposés à l'importance du cheptel dans les exploitations.

M. Cramois. — Sur ce dernier point, je suis absolument d'accord avec M. Gillouard.

J'ai simplement parlé d'une augmentation des recettes provenant surtout d'un accroissement des productions animales, mais je me suis bien gardé de parler de bénéfice.

M. Viaux-Cambuzat. — Je voudrais faire deux observations.

La première c'est que certaines Caisses régionales n'ont pas attendu des textes nouveaux pour pratiquer ce que l'on souhaitait voir pratiquer tout à l'heure, c'est-à-dire des prêts sur la valeur morale et technique des agriculteurs.

J'en parle d'autant mieux que j'ai assisté, il y a huit jours à une Assemblée générale de Caisse régionale au cours de laquelle j'ai constaté que l'on mettait en réserve des sommes importantes précisément pour conserver une garantie des prêts consentis à des jeunes agriculteurs sur leur valeur morale et technique.

Sur un tout autre sujet, notre confrère Cramois a très bien fait de mettre l'accent sur la question des excédents. C'est le problème n° 1, car le problème des débouchés conditionne maintenant le revenu et la rentabilité de l'agriculture. Il semble qu'on ne s'en soit pas suffisamment inquiété.

Je suis pour ma part convaincu, en admettant que le Marché commun agricole fonctionne comme nous le souhaitons, qu'avant fort peu d'années, celui-ci sera lui-même excédentaire et le problème se transposera sur le plan mondial.

Il n'est pas trop tôt, je pense, pour les Gouvernements, de se pencher

sur ces graves problèmes. Les Américains commencent à s'en préoccuper beaucoup plus que nous. Dans les conférences internationales, on a insisté sur cette nécessité de la « Banque des surplus » et de l'effort financier qu'on devra réaliser pour les répartir dans des pays en voie de développement.

Il est bien évident que ceci pose des problèmes techniques et financiers. Ceci pose des aussi problèmes politiques.

Malgré leur complexité, je pense que, très rapidement, il faudra se mettre à penser international et mondial. Nos problèmes agricoles s'étendent désormais à ce niveau.

LE IVe COLLOQUE SUR LES PLASTIQUES EN AGRICULTURE (*)

M. Dufrenoy. — Le Colloque a eu un caractère international, du fait de la coopération effective de nos collègues allemands, belges et hollandais, et aussi par ce que M. Buclon, secrétaire général du Comité « Plastiques en Agriculture » rendant compte de sa récente mission d'Études aux États-Unis, a présenté une mise au point des diverses techniques d'utilisation des Plastiques par les activités les plus diverses intéressant la production agricole.

M. Nisen (Gembloux) a exposé les résultats de ses travaux sur la transparence au rayonnement des divers matériaux susceptibles d'être utilisés en recouvrement de constructions horticoles et a ensuite confronté ses conclusions théoriques à celles qu'il a pu tirer après trois années de culture intensive sous polyester stratifié.

Au cours de ses recherches en laboratoire, il a tenté d'établir une liste de critères permettant de déterminer la valeur théorique des matériaux plastiques en ce qui concerne leur transparence au rayonnement de 0,3 à 2,5 microns de longueur d'onde, (c'est-à-dire à celles des radiations émises par le soleil qui atteignent effectivement la surface du sol) puis de 2,5 à 35 microns (longueurs d'onde du rayonnement émis par le sol lui-même à température ordinaire, et correspondant assez bien à celles du corps noir à environ 300^0 K).

Il a ensuite montré que le problème du rayonnement au travers des plastiques ne peut être étudié que conjointement à celui des conditions d'humidité créées par ces matériaux. Le degré hygrométrique plus élevé que l'on s'accorde à observer — à tort ou à raison — sous enceinte recouverte de matière plastique et surtout la présence d'un film ou de gouttelettes d'eau de condensation à la face inférieure de ces matériaux sont deux facteurs qui modifient profondément les propriétés de transparence des plastiques car le rayonnement infrarouge auquel ces matériaux sont le plus souvent perméables est — et c'est là un avantage très considérable — absorbé par l'eau sous l'un et l'autre de ses états physiques.

Les méthodes physiques fort élégantes appliquées par M. Nisen à l'étude des interactions entre « matériau plastique », radiations émises par le soleil et rayonnement par le sol, ont permis d'expliquer certains résultats, d'apparence paradoxale, observés dans la pratique horticole, notamment quant à l'efficacité comparée du « paillage » par feuille de matière plastique « transparente » ou « chargée par noir de carbone ».

Après plusieurs communications concernant les diverses possibilités de remplacement du verre par un matériau plastique transparent, le Colloque a entendu des communications relatives à d'autres propriétés physiques des feuilles plastiques : imperméabilité à l'eau, permettant la réalisation de réservoirs d'eau du type de ceux qu'utilise, en Afrique du Nord, M. Raffin, afin de produire, en région aride, le maximum de légumes ou autres cultures vivrières, avec le minimum d'eau; perméabilité faible vis-à-vis de l'oxygène, permettant l'ensilage sous bâches

(*) Conservatoire National des Arts et Métiers, 8 et 9 mars 1961.

de feuilles plastiques : enfin, dans le cas particulier du polyéthylène, perméabilité à CO_2 environ cinq fois supérieure à la perméabilité à O_2, permettant de réaliser l'« emballage physiologique des fruits » tel qu'il a été expérimentalement étudié au Laboratoire du Froid, à Bellevue, par M. Marcellin.

Le film de polyéthylène permet de réaliser ce que Rabelais avait prévu il y a trois siècles : trier les molécules au moyen d'une membrane, laissant passer les petites molécules et arrêtant les grosses : une membrane de polyéthylène, d'épaisseur convenable et de densité convenable, permet d'enfermer, en un sac hermétiquement scellé, des fruits, dont l'activité respiratoire, utilisant O_2 plus rapidement qu'il ne peut être remplacé, et libérant CO_2 plus rapidement qu'il ne peut diffuser vers le dehors modifie rapidement l'atmosphère interne; dans les conditions favorables, la tension d'O_2 doit être assez faible pour que l'activité respiratoire soit réduite au minimum compatible avec le maintien de conditions de vie aérobie des cellules du fruit, sans qu'interviennent des phénomènes d'asphyxie, avec fermentation alcoolique; les risques résultent surtout de la teneur élevée en CO_2; en général les pommes sont moins susceptibles que les poires à intoxication par CO_2, mais des différences existent entre variétés, et, pour une même variété, selon l'état physiologique du fruit au moment de la récolte.

La perméabilité sélective du film de polyéthylène intervient encore lorsqu'un film est étendu à la surface du sol : on peut prévoir un ralentissement de la diffusion du CO_2 du sol vers l'atmosphère; une application pratique de ces phénomènes est suggérée par l'inégale exigence des divers champignons du sol en O_2 et leur inégale tolérance pour CO_2.

Application : lutte contre *Sclerotium rolfsii*.

Dès 1919 Taubenhaus signalait le rôle favorable de l'aération du sol sur les aptitudes pathogéniques du *Sclerotium*; l'enfouissement par labour profond nuit à la germination des *Sclerotium*, en les amenant dans des couches peu aérées du sol; on peut aussi priver les *Sclerotium* d'O_2 en inondant le sol, pratique adoptée pour diverses cultures aux Indes; le remède peut parfois être pire que le mal, car une humidité excessive du sol favorise l'infection des plantes.

Dans les conditions naturelles, la croissance du champignon ne s'observe que dans les couches superficielles du sol, parce que en atmosphère pauvre en O_2 le *Sclerotium* ne peut pas supporter la concurrence de moisissures moins exigeantes en O_2.

SUR LA SOURCE DE DOCUMENTATION QUE CONSTITUENT LES BREVETS D'INVENTION FRANCAIS ET ÉTRANGERS

par **E.-M. Bastisse**, *Correspondant* (*)

(*Note présentée par* **M. Hénin**)

Les chercheurs des laboratoires officiels publient les résultats de leurs travaux au fur et à mesure de leur développement.

Il n'en est pas de même des services de recherches du secteur privé qui gardent soigneusement dans leurs dossiers les résultats des nombreuses études qu'ils poursuivent dans tous les domaines où l'activité humaine peut se donner libre cours, jusqu'au jour où il leur est possible d'obtenir une réalisation susceptible d'être brevetée tout d'abord en

(*) Laboratoire des Sols Centre National de Recherches Agronomiques, Versailles (S.-et-O.).

France, et éventuellement à l'Étranger, dans le but de s'assurer la priorité, et de protéger ce qui vient d'être créé contre la concurrence et les imitations.

1° Brevets d'invention français

En France, la création des brevets d'invention date de 1791. Au début, les brevets furent enregistrés et numérotés les uns à la suite des autres, sans aucun classement. Il en fut ainsi jusqu'au n° 13 344 en 1844.

A partir de cette époque, ces brevets furent séparés par ordre d'idées, selon une classification française qui s'est poursuivie jusqu'au 30 juin 1959, date à laquelle elle a été remplacée par une classification internationale, sans pour cela modifier la numération des brevets, qui se présente ainsi :

en 1900, il y en avait environ 300 000
en 1930, il y en avait environ 680 000
en fin 1960, il y en avait environ 1 250 000
avec, en plus, 74 000 additions.

Le nombre des brevets déposés annuellement est allé toujours en augmentation. En 1960, il a dépassé le total de 40 000. Pour les brevets postérieurs au n° 800 000, on peut acheter une ou plusieurs copies du format 18 × 27, pour le prix forfaitaire de 1 NF quelle que soit l'ampleur du brevet.

Pour les numéros antérieurs, on peut se procurer, soit des photocopies à 1,20 NF la page, soit des microfilms de 35 mm à 0,60 NF (en moyenne), l'épreuve correspondant à une page.

Cette documentation appartient au Ministère du Commerce et de l'Industrie. Elle est en dépôt et peut être consultée tout particulièrement à l'Institut National de la Propriété Industrielle, 26 *bis*, rue de Léningrad, Paris-8e et également dans les bibliothèques départementales d'un grand nombre de Préfectures de province.

Lorsqu'un brevet est déposé, il s'écoule un délai de douze mois environ avant qu'il soit délivré et signalé comme tel dans le *Bulletin Officiel* de la Propriété Industrielle qui paraît toutes les semaines et qui contient 800 numéros de brevets.

A ce moment-là, une fiche est mise en place dans un fichier, créé depuis fin 1957, où les brevets sont classés par ordre des matières.

Ce brevet est ensuite imprimé et publié dans les six mois qui suivent. Ce n'est qu'après un nouveau délai de deux ans à deux ans et demi que ces *bulletins officiels* hebdomadaires sont condensés sous forme de répertoires annuels où les brevets sont présentés d'une part par noms d'auteurs, et d'autre part par ordre des matières.

Actuellement, les répertoires annuels à la disposition du public remontent depuis la création jusqu'à 1958 inclus.

Tous ces documents sont à la disposition du public. Ils sont consultés journellement de façon très suivie, par les Ingénieurs-Conseils spécialisés dans l'étude et la recherche de l'actualité sur les Brevets d'Invention.

Ces Ingénieurs travaillent pour le compte des offices de brevets qui offrent leurs services au public, des inventeurs et des industriels intéressés, lesquels, d'ailleurs, s'adressent à eux de plus en plus nombreux chaque jour.

2° Brevets d'invention étrangers

Les brevets d'invention ont été créés successivement dans tous les pays du monde.

Nous présentons, ci-après, un résumé de l'inventaire actuel de ces brevets étrangers.

Brevets en langue allemande :		
Allemagne	1 050 000	1 260 000
Autriche	210 000	
Brevets en langue anglaise :		
Grande Bretagne	1 700 000	4 900 000
Australie	170 000	
Canada	80 000	
États-Unis (U.S.A.)	2 950 000	
Brevets italiens		570 000
Brevets suisses (en français, allemand et italien)		350 000
Brevets de la Russie et de l'U.R.S.S. (avant 1927)		160 000
Brevets de tous les autres pays		1 060 000
Total des brevets étrangers		8 300 000
Rappel du total des brevets français		1 250 000
Total des brevets d'invention français et étrangers que l'on pouvait consulter sur place à l'Institut National de la Propriété industrielle à la date du 31 décembre 1960		9 550 000

Il est permis de penser que le chiffre de 10 000 000 sera atteint avant bien longtemps.

3° Informations générales

A) L'Institut International des Brevets créé par l'accord de La Haye du 6 juin 1947 a pour mission :

D'une part, de donner des avis sur la nouveauté des inventions au stade de la demande de brevet ou à celui du brevet déjà délivré.

D'autre part, de fournir des études documentaires spéciales sur les problèmes techniques particuliers.

Pour ces divers cas, les demandes peuvent être adressées :

soit : à l'Institut National de la Propriété Industrielle, 26 *bis*, rue de Léningrad, Paris-8e;

soit : à l'Institut International des Brevets, 97, Nieuwe Parklaan, La Haye, Hollande.

B) L'Institut International des Brevets a préconisé et fait accepter une Classification internationale des Brevets d'Invention qui est la seule universellement employée à partir du 1er juillet 1959.

C) Dans l'attente de l'élaboration complète de la Classification Internationale et en vue de faciliter les recherches, l'Institut National de la Propriété Industrielle (agissant en liaison avec l'Institut International des Brevets) se préoccupe de mettre à la disposition du public des fiches établies selon les 25 000 rubriques de la Classification des Brevets utilisée par l'I.I.B. pour les Brevets français, allemands, américains, britanniques, luxembourgeois et suisses, publiés depuis le 1er janvier 1956.

Cette importante documentation en cours de classement réunit actuellement près de 500 000 fiches et elle doit s'enrichir chaque année de plus de 100 000 références nouvelles.

Bien que limité aux brevets délivrés depuis une date récente, ce fichier offre la possibilité d'obtenir rapidement des renseignements techniques précis en provenance des principaux pays et constitue ainsi un élément d'investigation du plus grand intérêt.

D) L'Institut National de la Propriété Industrielle met à la disposition des chercheurs et des bureaux d'études une volumineuse documentation technique sur les Brevets d'Invention de presque tous les pays du monde ainsi qu'une littérature très abondante et à peu près universelle sur toutes les questions de Législation et de Jurisprudence que posent l'existence de ces Brevets d'Invention français et étrangers.

4° Conclusions

En étudiant les brevets d'invention, qui sont des documents de valeur très inégale, on voit apparaître, sinon la totalité, mais tout au moins une bonne partie des idées directrices, et des principes scientifiques ou techniques mis en cause et utilisés par les Laboratoires d'Études et de Recherches du secteur privé, et également de certains laboratoires du secteur officiel ou semi-officiel, tels que les services concédés ou assimilés ainsi que les offices ou régies autonomes.

De sorte que l'Office des Brevets d'Invention apparaît comme étant une fenêtre ouverte, de laquelle on a une vue qui plonge sur un ensemble d'activités que l'on ne doit pas ignorer et avec lesquelles nous devons compter.

Cependant, il ne faut pas oublier, tout en le regrettant, que cette vue qui n'est que partielle, est toujours en retard de quelques années.

Il semble donc qu'il y ait un intérêt certain pour les chercheurs, et tout particulièrement pour les chercheurs du secteur officiel, à s'intéresser à la source de documentation que constituent les Brevets d'Invention français et étrangers.

M. Didier Bertrand. — A la suite de cette communication, je crois utile de signaler que le journal *Industries alimentaires et agricoles* publie régulièrement des extraits de brevets français et étrangers se rapportant aux industries agricoles.

M. Désiré Leroux. — Il faut savoir gré à M. Bastisse d'avoir attiré l'attention sur la précieuse source d'informations que constitue, pour les techniciens de l'Agriculture, la collection des Brevets d'Invention.

J'imagine que M. Bastisse a fait surtout sa communication en qualité d'ancien élève du Conservatoire des Arts et Métiers, c'est-à-dire d'un établissement qui abrita pendant dix-neuf années, de 1900 à 1919, l'Office national de la Propriété Industrielle, avant que ce dernier ait son autonomie.

Selon M. Bastisse, la création des brevets d'invention remonte à 1791. Certes, c'est le 30 décembre 1790 que, sur le rapport du député Boufflers (nom qui mérite d'être retenu), l'Assemblée Nationale Constituante vota la loi proclamant toute découverte industrielle, propriété de son auteur pendant un temps donné au bout duquel elle tombait dans le domaine public. Cette loi, promulguée au *Moniteur* dans le courant de janvier 1791, créait des *patentes nationales*, expression remplacée quelques mois après, à la requête du même Boufflers, par celle de *brevets d'invention*.

Il ne faut pas, cependant, oublier que sous l'Ancien Régime les découvertes industrielles étaient aussi, dans une certaine mesure, protégées. Le Roi accordait aux inventeurs des lettres patentes, des concessions, des privilèges.

Si mes souvenirs sont exacts, je crois bien que c'est en 1551, sous le roi Henri II, que les premières lettres patentes ont été délivrées. Elles se rapportaient à une invention de caractères d'imprimerie spéciaux (1).

Faut-il aussi rappeler les concessions, les privilèges assez libéralement accordés par Colbert, sur la proposition du Conseil du Commerce créé par Louis XIV? Les membres éminents du Conseil d'État qui font partie de cette Académie, savent mieux que moi, que cette grande Institution accorda, vers 1745, je crois, un privilège à Adam et à Gravant en vue de fabriquer en France de la porcelaine analogue à celle de Saxe. Sans doute, tous ces privilèges avaient surtout pour but de servir l'intérêt général et de protéger peut-être plus la découverte que son auteur.

(1) Voir J. Isoré, *Revue historique du droit français et étranger*, 1937, **16**, 104.

Il n'en est pas moins vrai que l'inventeur a été souvent — mais pas toujours — encouragé, honoré, récompensé.

Puisque j'ai écrit dans ma jeunesse une « Vie de Bernard Palissy » (2) dont la réputation d'agronome dépasse à mon avis celle de céramiste, je rappellerai qu'il portait le titre d'« inventeur des rustiques figulines du Roy », bien que la légende le représente brûlant ses meubles pour la cuisson décisive d'un émail. Palissy eut ses fours aux Tuileries... ce qui ne l'empêcha pas d'ailleurs de mourir à la Bastille.

M. Maspétiol. — Sur le problème des origines des brevets d'invention, M. Leroux a bien fait de rappeler que l'Ancien Régime accordait à titre individuel ou collectif des privilèges ayant des effets comparables aux actuels brevets d'invention.

Toutefois, cette pratique avait une portée beaucoup moins systématique. En ce qui concerne l'institution d'un régime général se rapprochant du brevet d'invention tel qu'il est aujourd'hui pratiqué, on est généralement d'accord pour en attribuer la paternité à l'Angleterre où il aurait été établi dans les toutes premières années du XVII^e^ siècle.

M. Hénin. — M. D. Leroux a très heureusement complété les informations de M. Bastisse. Mais celui-ci n'a pas eu l'intention de nous faire un historique du problème : il a découvert une mine d'idées; il nous a indiqué, en détail, comment on pouvait en profiter.

Je crois qu'en plus du caractère d'information technique que présentent ces brevets, ils permettraient peut-être de refaire l'histoire d'une certaine forme de la pensée contemporaine, à savoir la psychologie particulière des inventeurs. Le travail mériterait d'être entrepris.

INFLUENCE DE LA CAPACITÉ DE RÉSERVE EN EAU DU SOL SUR LA CROISSANCE DES POMMIERS DANS LA SARTHE

par **J. Arnoux (*) et R. Gras (**)**

(*Note présentée par* **M. Hénin**)

L'influence des propriétés physiques du sol sur la croissance des arbres fruitiers a été étudiée dans la Sarthe pour le pommier à l'intérieur d'une zone suffisamment restreinte pour que les caractéristiques climatiques puissent y être considérées comme constantes. Cette étude a été réalisée d'une part par la méthode du profil cultural, c'est-à-dire par l'examen de l'enracinement et de son comportement par rapport aux horizons et aux accidents du profil, d'autre part par l'appréciation de la vigueur de l'arbre. Le développement de l'arbre apparaît alors comme dépendant d'une série de facteurs dont les actions sont parfois difficiles à saisir du fait des interactions entre facteurs et de la variabilité propre au matériel végétal. On voit ainsi se dessiner la nécessité d'une appréciation qualitative globale de la valeur du sol. Mais une telle appréciation présente le risque d'être subjective, aussi est-il nécessaire de tester quantitativement certains éléments importants du profil. C'est ce que nous nous proposons de faire pour les capacités de réserve en eau du sol.

La vigueur de l'arbre s'apprécie par la longueur de la circonférence du tronc, caractéristique qui présente l'avantage d'être en corrélation

(2) H. Champion, édit. Paris, 1927.

(*) Laboratoire de Biométrie, I.N.R.A.
(**) Laboratoire des Techniques culturales, I.N.R.A.

avec le rendement. Comme la longueur de la circonférence du tronc croît avec l'âge de plantation il est nécessaire de considérer pour chaque sujet le couple de valeurs longueur de la circonférence du tronc-âge de plantation.

Les capacités de réserve en eau du sol dépendent des caractéristiques hydriques du sol et de la profondeur de terre exploitée par les racines. Les caractéristiques hydriques sont la capacité de rétention (elle a été prise égale à l'humidité équivalente mesurée par la méthode Bouyoucos, ressuyage sous vide) et le point de flétrissement. Pour cette dernière valeur on a pris en première approximation la moitié de l'humidité équivalente.

La profondeur du sol exploitée par les racines n'a pas été déterminée par une mise à jour de la totalité du système radiculaire, mais par l'examen d'une tranchée creusée à 80 centimètres environ du tronc de chaque arbre; cette tranchée peut être considérée comme une sorte de « coupe » dans l'enracinement. On a considéré comme exploitée par les racines la couche du sol comprise entre la surface et la racine la plus profonde de diamètre égal ou supérieur à 1 millimètre. Cette évaluation ne tient évidemment pas compte de l'exploitation plus ou moins intense des diverses parties du profil et de l'asymétrie de l'enracinement, mais elle met en cause l'épaisseur du sol où se trouvent la totalité des racines. Cette épaisseur variait de 30 à 140 centimètres.

En possession des caractéristiques hydriques et de la profondeur d'enracinement on calcule, en utilisant la densité apparente, les capacités de réserve en eau du sol et on les exprime en millimètres de précipitation équivalente.

La recherche d'une relation empirique entre la vigueur des arbres mesurée par la circonférence du tronc et la capacité de réserve en eau a été faite par voie statistique en utilisant deux ensembles d'arbres. L'un est constitué de pommiers conduits en forme palissée, greffés sur doucins et plantés sur des sols variés sableux, limoneux et limono argileux. L'autre ensemble groupe des pommiers en forme libre greffés sur franc. Mais nous avons dû dans ce cas nous limiter à ceux poussant sur sols lourds; en effet pour les autres types de sol l'éventail des âges n'était pas intégralement représenté, car les arbres d'âge élevé étaient pratiquement tous plantés en sols lourds. Du fait de cette structure défectueuse de l'échantillon la corrélation entre les variables indépendantes (âge et réserve en eau) devenait très élevée et risquait de fausser le calcul de la régression linéaire.

Le problème statistique a consisté à déterminer une équation de régression entre la circonférence du tronc y (cm), l'âge de plantation t (an) et la capacité de réserve en eau x (mm d'eau). L'allure générale des graphiques de corrélation simple entre y et t d'une part et y et x d'autre part a montré que les régressions correspondantes n'étaient pas linéaires et a suggéré une transformation logarithmique dans le premier cas, une transformation en inverse dans le deuxième cas. L'étude des régressions simples a d'ailleurs confirmé que ces transformations réduisaient considérablement les variances résiduelles après régression. De plus, en ce qui concerne les réserves en eau x, la transformation en inverse est en accord avec le fait que la vigueur de l'arbre tend logiquement vers une limite lorsque la capacité de réserve en eau croît.

On obtient alors les équations de régression suivantes :

— forme palissée :

$$y = 20{,}10 + 27{,}20 \log t - 1\,371.\ 1/x$$

— forme libre (sols lourds) :

$$y = -58{,}38 + 112{,}18 \log t - 1\,890.\ 1/x$$

	Forme palissée			Forme libre		
	degrés de liberté	variance	F	degrés de liberté	variance	F
Régression log t et $1/x$.	2	413,47	26,66	2	3 086,84	31,12
Régression de log t. .	1	453,79	29,26	1	4 823,06	48,63
Régression de $1/x$ après ajustement pour log t	1	373,15	24,06	1	1 350,62	13,62
Régression de $1/x$. .	1	435,71	28,09	1	3 656,11	36,86
Régression de log t après ajustement pour $1/x$.	1	391,23	25,22	1	2 517,57	25,38
Variation résiduelle . .	11	15,51		13	99,17	

L'étude de la signification des équations de régression par l'analyse de la variance montre qu'elles sont significatives au point 1 p. 100. Dans les deux équations la régression de chacune des variables indépendantes (log t et $1/x$) reste significative après ajustement pour l'autre variable. On voit ainsi que la circonférence du tronc croît avec le temps, mais qu'elle croît également et indépendamment de l'âge lorsque les capacités de réserves en eau deviennent plus élevées. En effet des capacités de réserve en eau importantes permettent à l'arbre de traverser les périodes sèches en utilisant l'eau mise en réserve lors des précipitations hivernales.

Par ailleurs il est intéressant de noter que dans le cas des deux ensembles d'arbres pour un âge voisin de l'entrée en production, les accroissements de circonférence calculés par les formules de régression sont négligeables pour des réserves en eau supérieures à 300 millimètres. Ce chiffre est du même ordre de grandeur que le définit annuel de la pluviométrie sur l'évapo-transpiration potentielle évaluée par la formule climatique de Turc : 280 millimètres. Cette convergence de résultats montre que les évaluations des capacités de réserve en eau du sol présentent des ordres de grandeurs vraisemblables.

L'existence d'une relation statistique entre croissance et capacité de réserve en eau, jointe à la vraisemblance des ordres de grandeur de ces réserves justifient la méthode d'examen du sol utilisée. Pour imprécise qu'elle soit, elle permet d'interpréter correctement certains aspects des relations sol-climat-plante.

Ainsi dans des conditions de culture courante (absence d'irrigation ou de technique d'économie de l'eau) la connaissance des caractéristiques hydriques du sol et de la profondeur d'enracinement permet de rendre compte de la croissance des arbres. On conçoit alors toute l'importance de la détermination *a priori* de la profondeur du sol exploitable, qui permettrait de prévoir les chances de réussite d'une plantation.

Références

Hénin (S.), Féodoroff (A.), Gras (R.), Monnier (G.). — Le Profil Cultural. Précis de physique du sol.

Turc (L.). — Évaluation des besoins en eau d'irrigation, évapotranspiration potentielle : formule climatique simplifiée et mise à jour. A paraître. *Annales agronomiques.*

ACTION DU CHAULAGE SUR LES COMPOSANTES DE LA STRUCTURE ET SUR L'ÉTAT DE SATURATION DU SOL

par **Mme S. Mériaux**

(*Note présentée par* **M. Hénin**)

La structure défavorable des sols battants est le principal facteur qui limite leur productivité.

Dans le cadre des essais de régénération de structure que nous avons entrepris dans les terres blanches ou « aubues » du Plateau Siménurien de l'Auxois (*), nous avons étudié l'action du chaulage sur la stabilité structurale et sur le taux de saturation du complexe absorbant des sols limoneux acides.

I. — Amélioration de la structure par le chaulage

Des essais de chaulage ont été entrepris, d'une part (essais A) à partir de la chaux et du carbonate employés comparativement (5 tonnes de Cao par ha), d'autre part (essai B) à partir de carbonate seul à la même dose.

Nous avons retenu comme critères d'appréciation de la stabilité structurale le coefficient de perméabilité K de Hénin et Monnier, qui rend particulièrement compte de l'influence des cations, et le taux d'agrégats stables après traitement au benzène AgB pour juger d'une action éventuelle du chaulage sur la décomposition de la matière organique.

TABLEAU I

	K				Ag B		
	T	Cao	Co_3Ca	p.p.d.s.	T	Cao	Co_3Ca
Essais A :							
avant chaulage	2,5	1,9	2,2	0,6	13,6	12,0	11,5
après 6 mois	3,1	3,1	3,9	1,1	11,0	11,9	9,7
après 1 an 1/2	2,0	2,8	3,2	0,3	7,0	4,7	5,5
après 2 ans 1/2	3,1	4,1	4,9		4,1	5,1	5,5
Essai B :							
avant chaulage	2,4		2,4		5,41		5,41
après 6 mois	2,9		3,7	0,5	5,92		5,94
après 1 an 1/2	3,6		5,1		3,92		4,60

Les résultats du tableau I mettent en évidence, après une durée variable, l'effet améliorant de l'amendement calcaire sur le coefficient de perméabilité.

La chaux a une action toujours moindre que le calcaire broyé. Ces données sont confirmées par les observations de G. Monnier (1) sur les 42 parcelles de Versailles.

(*) Nous exprimons tout particulièrement nos remerciements à MM. Évrard et Deschamps, directeurs du Foyer du Progrès agricole de Semur.

Le taux d'agrégats stables après traitement au benzène est légèrement amélioré en dernière année par les deux amendements, dans le même ordre que précédemment.

II. — Action du chaulage sur la saturation du complexe absorbant

La capacité d'échange de cations à pH 7 est de 11 m.e pour 100 grammes dans l'essai A et 8 m.e pour 100 grammes dans l'essai B.

Le pH a été mesuré d'une part à l'eau (rapport 1/1) d'autre part avec une solution de Cl_2Ca (M/100) qui permet de ne tester que l'action du traitement, abstraction faite des fluctuations saisonnières dues aux sels solubles.

Les résultats analytiques sont consignés dans le tableau II.

Il découle de l'examen des résultats les observations suivantes :

1° le pH est d'abord élevé de 1 unité par les deux traitements; puis l'écart tend à augmenter dans les parcelles à carbonate après un an et demi et à diminuer dans le cas de la chaux.

2° Le calcium échangeable est toujours plus élevé par le carbonate que par la chaux.

L'apport de chaux a provoqué pendant deux ans la saturation du complexe absorbant de ces sols par le calcium. L'apport de calcaire, outre la saturation qu'il a entraînée, se traduit par la présence de calcium excédentaire, même après trois années. On observe encore après cette durée la présence de grains de carbonate de calcium non attaqués.

III. — Discussion

Les effets du chaulage sur la structure et plus particulièrement sur le coefficient de perméabilité sont liés à l'état de saturation du complexe absorbant du sol qui entraîne la floculation des colloïdes préalable à leur agglomération.

Plus le calcium est en excès par rapport à la capacité de saturation, plus les effets de l'amendement sur la floculation sont importants.

Ceci confirme les observations de L. D. Baver (2).

D'autre part S. Hénin et G. Monnier (3) ont remarqué que les terres à haute perméabilité étaient toutes riches en carbonate de calcium.

Cette différence dans l'amélioration de la structure n'est pas perceptible à l'observation visuelle. Néanmoins les données peu nombreuses que nous possédons sur les rendements semblent la confirmer et mettre en évidence d'abord une similitude d'action des deux amendements la première année, puis une infériorité de la chaux qui, après trois ans, n'entraînerait pas d'augmentation de production par rapport au témoin.

Références bibliographiques

(1) Monnier (G.). — Communication personnelle.
(2) Baver (L. D.). — The amount and nature of exchangeable cations on the structure of a colloïdal clay. *Missouri. Ag. Exp. Sta. Research.* Bull. 129.
(3) Hénin (S.) et Monnier (G.). — Évaluation de la stabilité structurale du sol. *C. R.* 6e Congrès international de la Science du sol, 1956.

M. Aubert. — Je voudrais demander à notre confrère M. Hénin s'il y a une identité entre l'effet de la chaux et celui du carbonate de calcium utilisé dans le chaulage, sur l'instabilité de la structure, ou sur les autres caractères physiques des sols. Observe-t-on au contraire, au moins quantitatives, dans l'action des deux types d'amendements?

M. Hénin. — Il y a des différences.

Les valeurs de perméabilité sont nettement plus faibles avec la

TABLEAU II

ACTION DU CHAULAGE SUR LE pH ET LE CALCIUM ÉCHANGEABLE

	pH H_2O			pH Cl_2 Ca			Ca ÉCHANGEABLE			TAUX DE SATURATION EN Ca		
	T	Cao	Co3 Ca	T	Cao	Co3 Ca	T	Cao	Co3 Ca	T	Cao	Co3 Ca
Essai A												
Avant épandage	5,9	5,9	6,1	5,7	5,5	5,9	7,1	6,8	7,5	65	62	68
Après 6 mois	6,4	7,4	7,3	5,7	6,6	6,7	6,8	10,3	13,9	62	94	122
Après 1 an	6,2	7,2	7,0	5,8	6,7	6,7	7,0	11,0	12,7	64	100	115
Après 1 an 1/2	6,1	7,1	7,3	5,7	6,7	6,9	7,6	11,0	16,5	69	100	150
Après 2 ans 1/2	6,2	7,0	7,2	5,6	6,5	6,7	8,0	9,1	12,3	73	83	112
Essai B												
Avant épandage	6,1		6,1	5,6		5,6	5,8		5,8	72		72
Après 6 mois	5,9		6,7	5,6		6,5	6,1		12,8	76		160
Après 1 an 1/2	5,8		7,1	5,2		6,6	5,0		10,1	62		126

chaux qu'avec le carbonate de chaux, les amendements étant apportés à dose de calcium identique. L'observation est indiquée dans la note.

Ce qui est également notable, c'est une différence de Ph, qui n'est pas très importante, mais qui est systématique.

Il faut d'ailleurs souligner la difficulté de ces expériences.

ESSAIS DE « MICROTRAITEMENTS » DE PULVÉRISATION PNEUMATIQUE DANS LA LUTTE CONTRE LE MILDIOU DE LA VIGNE (5 à 15 litres par hectare)

par MM. J. Lafon, P. Couillaud et F. Gay-Bellile

(*Présentation par* J. Dufrénoy)

Sous ce titre modeste les auteurs présentent les plus résultats récents obtenus par la Station Viticole de Cognac, grâce à ce que les auteurs de langue anglo-saxonne appelleraient « intégration », mais que l'on peut considérer aussi comme un exemple d'application de « techniques convergentes » : pour définir le volume minimum de liquide capable de déposer sur et sous les feuilles la dose d'agent fongicide efficace, il a fallu étudier conjointement les principes de dynamique des fluides (mis en œuvre par les appareils de « pulvérisation pneumatique »), les techniques de mises en suspension de l'agent actif dans un faible volume de liquide vecteur, les techniques de distribution de préparations semi-pâteuses et enfin mettre au point les techniques permettant d'estimer les teneurs des dépôts en substance anticryptogamique (cuivre métal par exemple) corrélativement avec les résultats intéressant le viticulteur, concernant la rentabilité des divers traitements; les résultats obtenus au sujet de la vigne ont un intérêt très général et nous sommes très heureux de pouvoir les exposer devant nos Confrères.

Note de MM. J. Lafon, P. Couillaud, F. Gay-Bellile (*)

Depuis les premiers essais de pulvérisation à faible débit (30 à 60 l par ha) effectués sur vigne à la Station Viticole de Cognac en 1957 et exposés dans la Communication à l'Académie d'Agriculture du 26 février 1958, trois ans d'expérimentation ont apporté des solutions à la plupart des problèmes non encore résolus en 1957.

En ce qui concerne la technologie de la pulvérisation pneumatique à faible débit, on se reportera utilement aux publications précédentes (1).

On peut simplement rappeler que la pulvérisation pneumatique consiste à mettre en contact une veine liquide avec une veine d'air animée d'une grande vitesse et que ce procédé, lorsque la vitesse d'air est suffisante, permet de produire des gouttes dont le diamètre est environ dix fois plus petit que celui des gouttes produites avec les appareils classiques (donc 1 000 fois plus nombreuses avec le même volume de liquide). Ces gouttes sont portées par un courant d'air puissant qui évite leur entraînement par le vent.

Il est ainsi possible de réduire sans inconvénient le débit de liquide tout en utilisant la même quantité de matière active.

Avant de présenter la question des « microtraitements », il est utile de faire rapidement le point au sujet des traitements à faible débit.

(*) Station Viticole de Cognac.

L'expérimentation de ces quatre dernières années a permis de conclure à la polyvalence des traitements pneumatiques (2) :

— en ce qui concerne le débit : ce type de pulvérisation n'est pas limité aux faibles débits et dans les cas nécessaires (traitements d'hiver, traitements nécessitant un lessivage), le même appareil sans changements importants, si ce n'est celui des gicleurs, peut pulvériser un très grand volume de liquide;

— en ce qui concerne la lutte contre les différentes maladies et parasites : l'efficacité des traitements à faible débit est au moins aussi grande que celle des traitements habituels. Les traitements mixtes sont possibles, ainsi que les apports d'éléments minéraux par fumure foliaire;

— en ce qui concerne le mode de conduite de la vigne :

La méthode est applicable aussi bien dans les vignobles conduits en gobelet que dans les vignobles palissés et donne des résultats remarquables en pépinières.

Les essais effectués dans les différentes régions françaises ont confirmé la valeur du procédé dans tous les cas (3).

— En ce qui concerne les produits :

Tous les produits micronisés reconnus efficaces conviennent parfaitement. Leur persistance est même légèrement accrue, car la fraction bien répartie à la face inférieure des feuilles se trouve en partie à l'abri des agents de dégradation et d'entraînement.

En résumé, cette technique s'est montrée en général plus efficace que la pulvérisation classique pour l'apport d'une matière active donnée répandue à la même quantité par hectare dans chaque cas et ceci pour les raisons principales suivantes :

— répartition du produit plus dense (points d'impacts plus nombreux et plus rapprochés) et plus homogène qu'en pulvérisation mécanique;

— répartition du produit entre les deux faces des feuilles et au sein de la végétation meilleure, grâce à la finesse des gouttes entraînées par les mouvements tourbillonnaires de l'air jusqu'à des parties masquées, pouvant être découvertes grâce à l'agitation du feuillage.

Au point de vue pratique, la facilité d'utilisation et la rapidité d'exécution des traitements avec cette technique représente un avantage considérable. En effet, l'utilisation des appareils classiques est soumise à des sujétions dont la principale est la nécessité de mettre en suspension la matière active dans d'importants volumes d'eau : 500 à 1 000 litres par hectare. Il s'en suit des pertes de temps importantes de transports, d'arrêt pour remplissage et une immobilisation de main-d'œuvre et de matériel (moyens de traction et de transport). On entrevoit tout l'intérêt apporté par la technique des faibles débits si on réalise que dans l'avenir immédiat, une seule personne pourra traiter avec un tracteur et un appareil ayant un réservoir de 300 litres un vignoble de 8 hectares en une matinée sans arrêt pour remplissage, ni transport d'eau.

Diamètre des gouttes produites par les pulvérisateurs pneumatiques

Dans une série de travaux relatifs au mécanisme de la pulvérisation pneumatique Nukiyama et Tanasawa ont déterminé les quelques relations suivantes, que les contrôles effectués depuis n'ont fait que confirmer :

Dans le cas de l'eau le diamètre moyen des gouttes pulvérisées est proportionnel au rapport du débit d'air au débit de liquide $\frac{Q\ air}{Q\ eau}$ ainsi qu'à la vitesse de l'air.

A partir d'un rapport $\frac{Q\ air}{Q\ eau}$ supérieur à 5 000 seule la vitesse de l'air a une influence importante.

Suivant la forme de la buse de pulvérisation (importance de l'étalement du liquide dans la veine d'air), le diamètre moyen des gouttes est compris entre :

$$D_0 = \frac{5\,300}{V} \text{ et } d = \frac{3\,400}{V}$$

Dans une troisième relation, les auteurs précédents font intervenir la tension superficielle σ, la viscosité μ et la densité ρ

$$D_0 = 585 \frac{\sqrt{\sigma}}{V \sqrt{\rho}} + 597 \left(\frac{\mu}{\sqrt{\sigma\rho}}\right)^{0,45} \left(1\,000 \frac{QL}{QA}\right)^{1,5}$$

Le terme déterminant pour le diamètre des gouttes est $\frac{\sqrt{\sigma}}{V \sqrt{\rho}}$ lorsque $\frac{QA}{QL}$ est supérieur à 5 000, c'est-à-dire dans les conditions où nous travaillons.

En 1957, nous avions considéré que l'utilisation de produits visqueux pouvait présenter un intérêt, la viscosité étant un facteur susceptible de retarder l'évaporation des gouttes. En réduisant le débit de liquide et le diamètre des gouttes, on pouvait craindre de tendre vers le poudrage.

Dès 1958, nous avons constaté qu'il n'était pas utile d'utiliser des produits visqueux et que ceux-ci présentaient des inconvénients au point de vue préparation et pouvaient être néfastes en ce qui concerne la tenue sur le feuillage. D'autre part, la viscosité intervient très peu dans la détermination du diamètre des gouttes, puisque dans les pulvérisations que nous effectuons le rapport $\frac{QA}{QL}$ est toujours supérieur à 5 000. Nous avons donc utilisé par la suite des formulations classiques.

Les microtraitements

Poursuivant l'expérimentation au vignoble, nous avons encore réduit le débit. Nous avons qualifié cette nouvelle étape de « Microtraitements », parce que les volumes de liquide mis en œuvre sont très faibles (5 à 15 litres par hectare).

Les premiers essais de « microtraitements » effectués en 1960 avaient pour but :

— d'une part, d'apprécier la limite inférieure du volume de liquide qu'il était pratiquement possible de pulvériser, par hectare;

— d'autre part, de confirmer d'une manière définitive la valeur des essais entrepris depuis 1957 à environ 50 litres par hectare, en réalisant des traitements à volume de liquide encore plus petits.

Dans ce cas, nous avons cherché à obtenir des gouttes relativement petites et homogènes grâce à une grande vitesse d'air et à un étalement du liquide à l'intérieur de la veine d'air, de manière à réaliser une densité de gouttelettes suffisante, malgré la réduction de la quantité de liquide utilisée.

Pour la réalisation pratique, les normes suivantes ont été adoptées :

— traitements réalisés avec un appareil pneumatique à dos;

— traitements complets : deux faces de rangs traitées;

— débit variant de 5 à 15 litres par hectare.

L'expérimentation des microtraitements (5 à 15 l/ha)

I. — *Dispositif expérimental*

a) *Choix des parcelles.* — Il s'est avéré indispensable de travailler sur des parcelles d'une assez grande dimension, pour pouvoir faire des mesures de débits assez précises. Chaque parcelle comprend ainsi trois rangs de 50 pieds chacun. Elles sont juxtaposées côte à côte.

b) *Matériel de traitement.* — Appareil pneumatique Platz de 1,8 CV, équipé de la buse à anneau concentrique Fontan.

En ce qui concerne le réglage de l'alimentation en liquide de la buse de pulvérisation, des gicleurs tubulaires longs ont été utilisés. En diminuant la pression au niveau du gicleur, nous avons pu diminuer le débit horaire, sans réduire le diamètre du gicleur.

Nous avons pu ainsi travailler à très petit débit avec des concentrations de matière active très élevées, sans bouchage en cours de traitement.

c) *Comparaisons.* — L'essai consistait :

1° Pour un même produit, à la même dose par hectare, à effectuer la comparaison de l'efficacité à la suite d'applications avec débit de 10 ou de 30 litres par hectare (en pulvérisation pneumatique).

2° Effectuer la comparaison de chacun des produits appliqués à 10 ou 30 litres par hectare, avec la bouillie bordelaise à 2 p. 100 et à 0,5 p. 100 appliquée selon les techniques de la pulvérisation « ordinaire », soit 500 litres par hectare.

Les doses en grammes par litre ont été choisies dans le but d'apporter par hectare la quantité de matière active habituellement recommandée.

Produits	Débit par hectare (en l)	Concentration (en g/l)
Oxychlorure de cuivre A (50 % de cuivre)	10	400
	30	133
B	30	133
C	10	400
Organo-cuprique (cuivre-zinèbe)	10	300
Organique (phaltane)	10	300
Cuivre organique (talloléate)	10	
Oxychlorure de consistance huileuse S (50 % de cuivre)		300

Les Oxychlorures A, B, C diffèrent entre eux par leur granulométrie A (0,2 μ environ), B (1 à 5 μ), C (1 μ environ).

II. — *Conditions climatiques de l'année*

L'année 1960 a été caractérisée par rapport aux années précédentes :

1° par un printemps anormalement sec : en particulier le mois d'avril (très sec);

2° par un été pluvieux (juillet-septembre) :
— nombreux jours de pluie;
— chaque pluie n'est pas très importante;
3° par un automne très pluvieux. Un abaissement de la température à partir du 5 octobre correspond aux plus importantes chutes de pluie.

	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Oct.
Nombre de jours de pluie . .	7	8	9	12	9	14	20
Hauteurs d'eau	19	48	41	52	47	74	137

III. — *Évolution du Mildiou*

En raison du temps très sec, les premiers foyers sont apparus relativement tard.

Des taches disséminées ont été trouvées à partir du 15 juin.

La pluie du 25 juin a entraîné des contaminations de Mildiou et également de Black-Rot apparu à partir du 10 juillet. Les pluies du 7 juillet et du 23 juillet entraînèrent des repiquages avec sortie de conidiophores, qui permirent un comptage le 9 août.

A partir du 15 septembre, le Mildiou mosaïque se développa jusqu'aux environs du 5 octobre.

L'abaissement de température à cette date réduisit le développement du Mildiou d'automne.

Les traitements ont été effectués aux dates suivantes :

1er traitement	20 mai
2e traitement	27 mai
3e traitement	10 juin
4e traitement	24 juin
5e traitement	11 juillet
6e traitement	4 août

IV. — *Résultats des contrôles de Mildiou*
Comptage du 9 août 1960

Produits	Rangs	Litres / hectare	Concentration (g/l)	Nombre de feuilles atteintes sur 12 pieds (2 comptages)		
				(1)	(2)	total
Oxychlorures A.	1	10	400	21	17	38
	2	10 (+glycér.)		19	14	33
	3	30	133	18	21	39
B.	4	30	133	11	27	38
C.	5	10	400	24	15	39
Cuivre-Zinèbe	6	10	300	7	29	36
Phaltane	7	10	300	25	31	
Cuivre organique.	8	10	400	21	15	36
Oxychlorure huileux	9	10	400	17	23	40
Bouillie Bordelaise 2 p. 100 . .		500	2 000	81	65	
Bouillie Bordelaise 0,5 p. 100 .		500	500	185	259	

Les résultats des deux dénombrements se prêtent particulièrement bien à l'analyse statistique : on forme l'« hypothèse zéro » : il n'y a pas de différence significative entre les résultats de comptage correspondants aux rangs 1 à 5, 8 et 9, pour lesquels les totaux des deux comptages sont compris entre 36 et 40 pour l'un ou l'autre rang, le total de l'un des comptages pour ces rangs étant 131 le total correspondant de l'autre comptage 132, et par conséquent le total général 263.

L'Hypothèse zéro peut s'exprimer ici sous la forme « La classification par colonnes est indépendante de la classification par rangs » et peut alors être soumise à critique statistique en calculant le critérium 2 = 11,4; pour les 6 degrés de liberté mis en œuvre entre les sept comparaisons, cette valeur aurait 10 p. 100 de chances d'être atteinte du seul fait d'échantillonnage au hasard.

On peut donc conserver l'Hypothèse selon laquelle :

a) il n'y a pas de différence significative « entre produits » (quant aux oxychlorures, au cuivre organique ou à l'oxychlorure huileux);

b) il n'y a pas de différence entre résultats obtenus avec 10 litres ou 30 litres.

Enfin il n'est pas besoin d'analyse statistique pour conclure que l'efficacité des « traitements à 10 ou 30 litres » est supérieure à celle de traitements à la Bouillie Bordelaise selon la technique de « pulvérisation mécanique ».

Contrôle du 5 octobre. — Trois lots de 100 feuilles de vignes sont prélevés dans chaque parcelle au même niveau. Les feuilles sont divisées en trois classes suivant l'importance du Mildiou mosaïque.

			Classes de feuilles		
Parcelles (produits)	Rangs	Litres /hectare	Indemnes	Traces	Atteintes moyennes
Oxychlorures A. . . .	1	10	98	2	
			99	1	
			97	3	
	2	10 + glycérine	96	4	
			98	2	
			95	5	
	3	30	98	2	
			99	1	
			97	3	
Oxychlorure B. . . .	4	30	98	2	
			99	1	
			95	5	
C	5	10	95	4	1
			97	3	
			96	4	
Cuivre + Zinèbe. . . .	6	10	98	2	
			96	4	
			99	1	
Cuivre organique . . .	8	10	79	18	3
			82	16	2
			85	14	1
Oxychlorure huileux. .	9	10	99	1	
			95	5	
			96	3	
BB 2 p. 100			70	24	6
			82	18	
			65	28	7

L'efficacité des produits huileux peut surprendre, car à débit plus élevé, ceux-ci avaient manifesté jusqu'à présent une efficacité insuffisante. On peut penser que l'efficacité devient bonne lorsque le rapport huile / matière active devient suffisamment faible.

Observations

Cas des produits huileux. — Il est nécessaire de rappeler que ces tests sont effectués sur le cépage Ugni Blanc. Il n'est pas possible d'extrapoler ces résultats sur l'ensemble des cépages, dont certains peuvent s'avérer, dans l'avenir, plus sensibles.

Les produits huileux ont été employés purs : c'est-à-dire sans addition d'eau. L'oxychlorure huileux n'a montré aucun signe de phytotoxicité dans les conditions de l'essai, à savoir :

— pulvérisation d'une quantité de produit inférieure à 10 litres par hectare;

— six traitements.

On peut admettre que certains produits huileux ne sont pas spécialement phytotoxiques quand ils ne forment pas sur le végétal de pellicule continue :

Dans le cas d'une vigne puissante, palissée, plantée à 2 mètres entre les lignes, on peut admettre que ces conditions sont réalisées avec un volume de l'ordre de 5 à 8 litres par hectare.

Le Phaltane dans l'huile a manifesté en fin d'année une légère phytoxicité se traduisant par un léger brunissement des feuilles par places. Cet aspect est très différent de la phytotoxicité par le cuivre.

Essai annexe de phytoxicité des huiles

Sur une parcelle de vigne annexe un essai de phytotoxicité a été mis en place :

Après une pulvérisation sur la base de 20 à 30 litres par hectare de produits huileux, la vigne montrait des signes de brûlures caractéristiques, déjà vingt-quatre heures après le traitement.

A cette dose de 20 litres par hectare, chaque partie du végétal était enveloppée d'une fine pellicule d'huile. Le feuillage de la vigne brillait au soleil.

Un premier pas est donc franchi dans le domaine des traitements huileux sur le vignoble :

— on ne peut les envisager qu'à très faible débit;

— on ne peut pas prévoir de mélange avec l'eau;

— il faut mettre en action un courant d'air violent pour obtenir une grande finesse de pulvérisation.

Il reste de nombreuses questions à étudier et nous envisageons entre autre :

— la compatibilité des huiles dans le cas de traitements mixtes (soufre mouillable);

— la sensibilité des différents cépages;

— la qualité de la vendange, aussi bien dans le but de produire du vin que de l'eau-de-vie;

— l'étude de différents fongicides et doses d'emploi.

— la qualité des huiles.

V. — *Étude des microtraitements*

Répartition et persistance :

A) *Test du 27 juin 1960*

Pulvérisation 10 et 30 litres avec un oxychlorure de cuivre.

— *Test par dosage de cuivre :* essais réalisés le 27 juin 1960 sur vigne

traitée jusqu'ici au Captane. Passage des deux côtés du rang. Traitement complet :

— pose de 100 papiers dessus les feuilles et 100 papiers dessous par parcelles;

— Oxychlorure A 10 litres à 400 grammes par litre;

— Oxychlorure A 30 litres à 100 grammes par litre.

Résultats : il a été utilisé 8,200 l par hectare, soit 3,3 kg dans le premier cas et 27,100 l par hectare, soit 2,71 kg dans le deuxième cas.

Résultats des dosages faits le 27 juin juste après le traitement. — Il a été pris 20 rondelles de 15/10, mises à dissoudre dans 100 centimètres cubes, prise de 5 centimètres cubes après dissolution. La coloration du réactif est concentrée dans 5 centimètres cubes d'alcool isoamylique.

Les résultats sont exprimés en milligrammes de cuivre métal par litre.

	Bloc I	Bloc II	Bloc III	Bloc IV	Moyenne	Rapport $\frac{D}{d}$
Dessus 10 litres	3,6	3,7	2,5	3,4	3,3	$\frac{3,3}{2,9} = 1,14$
Dessous 10 litres	3,9	2,1	2,7		2,9	
Dessus 30 litres	2,2	2,2	2,8	2,8	2,5	$\frac{2,5}{2,07} = 1,2$
Dessous 30 litres	1,7	2,2	2,3		2,07	
Total 10 litres Face E.	6,1	5,7	5,7		5,8	
Total 30 litres Face E.	5,1	5	4,2		4,8	
Total 10 litres Face O.	5,8	5,3	6,3		5,8	
Total 30 litres Face O.	6,2	5,7	4,9		5,6	

Les papiers étaient posés sur la face Est des rangs.

Vérification :

10 litres face supérieure
\+
10 litres face inférieure $= 3,3 + 2,9 = 6,2$

10 litres total (rondelles prélevées sur la feuille par un emporte-pièce) 5,8

30 litres face supérieure
\+
30 litres face inférieure $= 2,5 + 2,07 = 4,57$

30 litres total 4,8

Répartition en pourcentage : dessus et dessous.

	10 litres	30 litres
Dessus	53 %	54,7 %
Dessous	47 %	45,3 %

Rapport entre milligramme par litre et kilogramme par hectare (indice au kg) :

	10 LITRES	30 LITRES
$\frac{mg/l}{kg/ha}$	$\frac{5,8}{3,3} = 1,75$	$\frac{4,8}{2,7} = 1,76$

OBSERVATIONS. — Tous les résultats de dosage, ramenés à une même quantité de cuivre pulvérisé, ne montrent aucune différence entre les traitements effectués à 10 litres et à 30 litres par hectare. La répartition entre dessus et dessous des feuilles approche de près les 50 p. 100 dans le cas des 10 litres par hectare.

Le rapport $\frac{mg/l}{kg/ha}$ montre bien qu'il n'y a pas plus de pertes en traitant à 10 litres par hectare qu'à 30 litres par hecatre. Les craintes que l'on avait de faire du poudrage ne se sont donc pas avérées fondées.

Dosage du cuivre le 9 juillet, douze jours après le traitement.

Chute des pluies entre les deux prélèvements :

5 juillet	2 mm
6 juillet	6 mm
7 juillet	12 mm
8 juillet	3 mm
9 juillet	1 mm
Total	24 mm

Les résultats des dosages effectués dans les mêmes conditions que ceux du 27 juin leur sont comparables. Ils ne sont faits que pour mesurer le cuivre total, le lessivage ne pouvant être apprécié que sur la feuille de vigne elle-même et non sur du papier.

					MOYENNES
10 litres face E.	5,4	4,2	3,6	4,5	4,4
30 litres face E.	3,5	3,6	4	4,7	3,95
10 litres face O.	3,9	3	4	2,9	3,45
30 litres face O.	4,4	3,7	4,3	3,9	4,07

Rapport des résultats trouvés en juin et juillet

Face est :

10 litres juillet $\frac{4,4}{5,8} = 0,77$ — 30 litres juillet $\frac{3,95}{4,8} = 0,82$
10 litres juin — 30 litres juin

Face ouest :

10 litres juillet $\frac{3,45}{5,8} = 0,59$ — 30 litres juillet $\frac{4,07}{5,6} = 0,72.$
10 litres juin — 30 litres juin

OBSERVATIONS. — Le lessivage est plus important sur la face Ouest exposée plus directement à la pluie.

Il semblerait que la tenue (surtout sur la face supérieure de la feuille) soit un peu inférieure dans le cas des 10 litres par hectare. La

finesse des impacts étant plus grande, la solubilité du cuivre est plus grande et l'adhérence peut être un peu plus faible. L'efficacité instantanée du cuivre est très bonne, le stock de cuivre à la face inférieure ne doit pas être plus dégradé que celui du traitement à 30 litres, expliquant la très bonne protection enregistrée en fin d'année.

B) *Dosage du cuivre :* Champs d'essai des microtraitements.

Deux prélèvements de feuilles eurent lieu :
— le premier le 4 août, juste après le dernier traitement;
— le deuxième le 20 octobre, destiné à juger de la persistance.
Entre ces deux prélèvements, nous avons noté les chutes de pluie.

	Aout	Septembre	Octobre	Total
Nombre de jours de pluie. .	7	14	10	31
Hauteur d'eau	24 mm	83 mm	99 mm	206 mm

Les résultats sont exprimés en milligrammes de cuivre par litre. Ils correspondent à 20 rondelles de 15/10, mis à macérer dans 100 centimètres cubes dont on a prélevé 5 centimètres cubes.

Produits	Litres /ha	Kilos de produits utilisés pour 6 traitements	Résultats du dosage du 4 aout (Cu en mg /l) Moyenne de 2 dosages	Indice au kilo 4 aout
Oxychlorure A.	10	17,76	8,5	0,48
A + Gl. .	10	18,78	8,7	0,46
A.	30	22,31	13,5	0,6
Oxychlorure B.	10	26,35	10	0,37
Oxychlorure C.	10	39,65	4,8	
Cuivre-Zinèbe	10	26,1	10,35	0,39
Oxychlorure huileux . .	10	12,5	8	0,64

Produits	Litres / ha	Résultats du dosage du 20 octobre	Indice au kilo au 20 octobre	Persistance 20 octobre 4 aout
Oxychlorure A.	10	5,2	0,23	0,61
A + Gl. .	10	5,4	0,23	0,62
A.	30	10,2	0,45	0,75
Oxychlorure B.	30	5,3	0,20	0,53
Oxychlorure C.	10			
Cuivre-Zinèbe	10	7,3	0,28	0,70
Oxychlorure huileux . .	10	7,1	0,56	0,88

Remarques. — La tenue au lessivage est très bonne dans le cas des produits huileux à 10 litres par hectare.

— La persistance des produits aqueux est fonction de la formulation et de la finesse des fongicides.

— Il y a un très léger déficit dans le cas des 10 litres par hecatre, lié davantage au fait que les six traitements ont apporté une masse de cuivre moins grande que les 30 litres.

Conclusions

Cas des appareils à dos :

— L'efficacité des traitemtrents à 10 litres par hectare est aussi bonne que celle des traitements à 30 ou 60 litres.

— Il semble indispensable d'avoir une buse de pulvérisation étalant le produit dans le courant d'air, pour obtenir une grande finesse de pulvérisation et un cône de pulvérisation suffisamment étoffé.

— Vitesse de courant d'air élevée.

— En ce qui concerne le rapport $\frac{QA}{QL}$, il est supérieur à 5 000 pour un débit de 10 litres par hectare pour un débit d'air > que 50 000 litres = 50 mètres cubes.

Nous pensons, ne serait-ce que pour lutter contre le vent de face, ne pas pouvoir abaisser le débit d'air en dessous de 200 à 300 mètres cubes d'air-horaire à la vitesse de 300 kilomètres heure.

— Techniquement, les microtraitements pneumatiques sont réalisables et efficaces. Dans la pratique, ils présentent quelques difficultés et les avantages de descendre vers les bas volumes sont suffisants à 30 à 50 litres par hectare, sans aller jusqu'à 5 à 10 litres. Les traitements complets à 10 litres par hectare posent en outre un sérieux problème de concentration dans le cas de traitements mixtes.

— Ces essais ont le grand intérêt d'entériner définitivement l'efficacité des traitements pneumatiques à bas volume : 30 à 50 litres par hectare.

Les microtraitements à moins de 10 litres par hectare offrent peut-être une voie d'accès au vignoble, au groupe des produits huileux.

Les produits huileux, en dehors de leur grande adhérence, ne semblent pas pour l'instant présenter d'intérêt majeur en microtraitements effectués au sol, puisque les produits classiques donnent de bons résultats et puisqu'il n'est pas nécessaire de descendre à des débits aussi faibles que ceux envisagés dans cet essai.

Il n'en sera peut-être pas de même en ce qui concerne les microtraitements aériens dont l'intérêt est grand, mais au cours desquels les gouttes très petites risquent de se dessécher en partie avant leur arrivée sur la végétation.

Microtraitements aériens. — On conçoit facilement l'intérêt considérable de débiter seulement 5 à 20 litres de liquide par hectare dans le cas des traitements aériens. Il en résulte une réduction du nombre des remplissages et des atterrissages qui diminue beaucoup le prix de revient.

Par exemple, avec un débit de 10 litres par hectare et un réservoir de 200 litres, il est possible de traiter 20 hectares sans aucun arrêt.

Pour réaliser d'aussi faibles débits, il sera nécessaire de remplacer les dispositifs actuels de distribution de liquide utilisés en traitements aériens par des dispositifs tels que les micronisseurs rotatifs ou bien de véritables rampes pneumatiques de manière à obtenir un brouillard dont les gouttes seront de diamètre suffisamment petit et régulier.

Références bibliographiques

(1) Lafon (J.), Couillaud (P.), Gay-Bellile (F.). — La pulvérisation pneumatique à fort débit d'air et à faible débit de liquide dans la lutte contre le Mildiou de la vigne. *Progrès agricole et viticole*, 1959. *Bulletin technique d'Information des Ingénieurs des Services agricoles*, n° 141, juin 1959.

— Audibert (M.), Nadeau (P.), Agulhon (R.), Amphoux (M.). — Essais de pulvérisation pneumatique à faible débit de liquide contre le Mildiou de la vigne dans le Midi en 1958.

(2) Lafon (J.), Couillaud (P.), Gay-Bellile (F.). — La Pulvérisation pneumatique à faible débit. Polyvalence. *Progrès agricole et viticole*, n° 16-17, 1960.

— Essais effectués en 1958. *Le Paysan français*, juillet-août-septembre 1959.

— Résumé des essais effectués en 1958 et 1959. (*Vignes en Vins*).

(3) Agulhon (R.), Audibert (M.), Nadeau (P.), Jacquet (P.), Manière (G.), Garencq (J.). — Essais à faible débit en 1959 et 1960.

LES CAROTÉNOIDES DU KAKI

par **M. Brossard**

(*Note présentée par* **M. Dufrenoy**)

Le Kaki appartient au genre Diospyros, dont il existe environ 190 espèces connues.

Diospyros Kaki est l'espèce la plus importante : originaire de Chine et du Japon, elle a été cultivée d'une façon intensive dans ce dernier pays, où plus de 1 000 variétés ont été adaptées au climat; une trentaine de variétés ont une bonne valeur commerciale, et représentent environ 15 p. 100 de la récolte fruitière totale du Japon.

Dans la région méditerranéenne, la zone culturale du kaki est sensiblement celle de l'olivier et du figuier. Différentes variétés de Diospyros furent introduites il y a une centaine d'années dans le Midi de la France et l'Algérie, Aux États-Unis, le kaki est cultivé surtout en Californie, et le fruit (« persimmon ») frais ou déshydraté, est assez apprécié du consommateur américain.

Le fruit du kaki, très chargé en tanins, est très astringent jusqu'à ce qu'il s'amollisse; le degré d'astringence varie selon la variété, la température de maturation sur l'arbre et la formation des graines. Le fruit contient 12 à 20 p. 100 d'hydrates de carbone, 0,5 à 0,7 p. 100 de protéines et 0,1 à 0,4 p. 100 de lipides; 100 grammes de pulpe fraîche renferment 30 à 50 milligrammes de vitamine C.

La pigmentation des fruits change d'une façon caractéristique selon les variétés : elle varie du jaune-orangé pour la variété Tamopan au rouge tomate pour la variété Dai Dai Maru. C'est aux pigments caroténoïdes que sont dues ces différences de couleur; des tests rapides ont aussi indiqué la présence de composés leuco-anthocyaniques.

Mettant à profit l'importante collection de l'Université de Californie à Davis, nous avons étudié les caroténoïdes de 26 variétés de *Diospyros Kaki*.

Les xanthophylles constituent la fraction la plus importante du mélange complexe de caroténoïdes, avec une prédominance de cryptoxanthine qui se trouve être le pigment principal (10 à 50 mg /kg). D'autres caroténoïdes sont présents en proportion variable suivant les variétés. Ainsi l'étude des spectres d'absorption, après extraction des fruits à l'acétone et l'éther de pétrole, montre que les 26 variétés se répartissent en trois grands groupes suivant leur teneur en lycopène : élevée, moyenne ou presque nulle.

Dans chaque groupe, une variété fut étudiée plus en détail : le

[illegible]

ROTATIONS :
QUELQUES RESULTATS A PROPOS DES ASSOLEMENTS CEREALIERS

par MM. Pesquidoux et Beaudier

[Mots soulignés par M. Der Kazanjoglou]

[illegible]

[illegible]			[illegible]	Rendement en grain (Qx/ha)
N	P	K		
[illegible]	[illegible]	[illegible]	Blé depuis 1900	32,6
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	Blé depuis 1900	35,3
[illegible]	[illegible]	[illegible]	Blé depuis 1900	35,5
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
			[illegible]	41

[illegible]

Les deux blés ayant reçu une fumure azotée différente avaient donné les résultats suivants (dans un ensemble expérimental plus complexe d'étude du fractionnement de l'azote).

Fumure azotée (kg/ha)	1954 (qx/ha)	1955 (qx/ha)
70	32,1	24,0
40 + 30	31,6	25,0
70 + 50	33,6	27,0
40 + 30 + 30 + 20	33,0	26,7

L'examen de ces chiffres montre que *l'utilisation d'une quantité supplémentaire d'azote*, quelle que soit la technique de fractionnement employée, ne permet pas d'obtenir un *accroissement sensible du rendement*. Celui-ci semble se stabiliser aux environs de 30 quintaux par hectare.

Cette faiblesse des rendements ne pouvant s'expliquer par la seule présence des taches de piétin, une analyse plus complète fit apparaître l'existence de nématodes des genres *Heterodera major* et *Pratylenchus*. En liaison avec MM. Ritter et Arnoux de l'Institut National de la Recherche agronomique, nous avons établi sur la même sole un dispositif complexe prévoyant une « rupture de rotation », à l'aide d'une plante sarclée, et un traitement nématocide.

Cet essai comprend :

a) des parcelles maintenues systématiquement en « paille sur paille » et des parcelles où sont introduites des cultures de betterave et de pomme de terre, selon les rotations suivantes :

1. Blé-blé-orge;
2. Betterave-blé-orge;
3. Pomme de terre-blé-orge.

b) pour chaque culture, des parcelles traitées contre les nématodes à l'aide de dibrométhane et des parcelles témoins.

Le dispositif employé est le carré latin avec parcelles subdivisées (*Split plot*). Les parcelles principales portent les différentes cultures. Chacune d'entre elles est subdivisée en quatre dont deux sont traitées et deux servent de témoins.

La fumure minérale (aucun apport organique depuis 10 ans) a toujours été identique sur toutes les parcelles.

Année	N	P_2O	K_2O_5	Cultures
1956	50	100	100	Betterave-Pomme de terre-Blé
1957	70	100	100	Blé
1958	50	100	100	Orge
1959	50	100	100	Betterave-Pomme de terre-Blé
1960	100	100	100	Blé

Les rendements en blé ont été les suivants :

Année 1956 : cultures betterave-pomme de terre-blé (22,7 et 25,8 qx/ha).

Année 1957 : culture de blé uniforme.

Parcelles	Culture	Rendement (en qx /ha)
Traitée en 1956	Blé sur Blé	33,9
Témoin	Blé sur Blé	26,7
Traitée en 1956	Blé sur Betterave	48,3
Témoin	Blé sur Betterave	44,7
Traitée en 1956	Blé sur Pom. de terre	48
Témoin	Blé sur Pom. de terre	44,4

L'effet traitement est significatif dans tous les cas. Il n'y a pas de différences entre le précédent pomme de terre et le précédent betterave à sucre (P = 0,05).

Année 1958 : culture d'orge uniforme sans différences significatives de rendement.

Année 1959 : cultures de betterave-pomme de terre-blé (24,5 et 29 qx /ha).

Année 1960 : culture de blé uniforme.

Parcelles	Culture	Rendement (qx /ha)
Traitée en 1956	Blé sur Blé	35,8
Témoin	Blé sur Blé	32,3
Traitée en 1956	Blé sur Betterave	48,8
Témoin	Blé sur Betterave	46,9
Traitée en 1956	Blé sur Pom. de terre	52,2
Témoin	Blé sur Pom. de terre	51,5

Les rendements moyens en 1960 se présentent comme suit :

Précédents	Rendement (qx /ha)
Blé	34,1
Betterave	47,8
Pomme de terre	51,8
Différence significative (P = 0,05)	2,8
Parcelles traitées en 1956	45,6
Témoin	43,5
Différence significative (P = 0,05)	1,6

Ces deux essais conduisent, entre autres, aux conclusions suivantes :

1° la succession répétée de céréales, sur une même sole, entraîne une diminution de rendement qui, *à partir d'un certain moment*, se stabilise. *Un apport complémentaire d'azote est incapable de faire remonter le rendement de façon sensible.*

2° *l'introduction*, dans la rotation, *d'une plante sarclée*, classique, suffit pour obtenir à nouveau, dans le milieu considéré, un *rendement normal en blé.*

Cette étude fait donc apparaître nettement l'influence positive de la rupture de rotation « paille sur paille » par une plante sarclée Celle-ci n'intervenant que par elle-même et par les façons culturales qu'elle reçoit.

Nous avons cherché à en établir les raisons.

Il est possible d'éliminer différentes causes, avancées quelquefois, mais qui dans ces essais n'ont eu qu'une action partielle ou nulle :

— influence des exportations sur le rendement du blé;

— exploration continuelle de la même couche du sol par le système radiculaire des céréales;

— influence des parasites animaux.

Nous avons étudié plus particulièrement l'action des parasites végétaux, le piétin-verse (*cercosporella herpotrichoïdes*) étant souvent considéré comme responsable des mauvais résultats enrégistrés dans les cultures de blé sur blé.

Dans chaque parcelle, nous avons fait un prélèvement de 2 mètres linéaires. Toutes les plantes ont été notées en ce qui concerne la gravité de l'attaque, le poids de grain par épi. Le nombre de plantes et d'épis pour chaque parcelle a été déterminé par prélèvements. Le résultat de ces analyses montre que :

1° à égalité de peuplement-épis, l'infestation piétin est plus importante dans le cas de « blé sur blé »;

2° l'infestation est proportionnelle au tallage-épis; »

3° pour l'essai étudié le tallage-épis est plus fort dans le cas des précédents classiques et l'infestation piétin est sensiblement la même pour les trois précédents.

Contamination piétin

Culture précédente	Nombre d'épis a la récolte	Valeurs observées		Valeurs ajustées pour 357 épis % tiges malades (1)
		% tiges saines	% tiges malades (1)	
Blé	317	6	46	53
Betterave	343	16	25	25
Pomme de terre	411	5	40	26
Diff. sign. (0,05)		9	9	8

Les significations que nous donnons dans le tableau ci-dessus sont exactes. Mais les chiffres des valeurs affectées à ces significations ne sont que des ordres de grandeur, car pour des impératifs d'analyse statistique, l'erreur a dû être calculée après transformation des résultats (transformation de Bliss).

Les résultats ramenés à une population moyenne de 357 épis par mètre carré, ont pu être obtenus par une analyse classique de covariance. L'intérêt de ce calcul est d'éliminer l'influence de la population-épis sur le pourcentage de tiges malades.

(1) Catégories 4 et 5 de la classification Ponchet. *Ann. Am. Pl. I.N.R.A.*, 2e année, n° 3.

Pertes en grain

Culture précédente	Blé-Perte de rendement
Blé	22 %
Betterave	19 %
Pomme de terre	22 %

Conclusion

Le recours aux techniques modernes est à la base de l'extension des assolements céréaliers en France. L'utilisation rationnelle des engrais l'emploi de variétés résistantes, la destruction chimique des mauvaises herbes, en particulier, ont permis d'obtenir une amélioration des rendements.

Cependant, dans les meilleures conditions de culture, ces *rendements*, sans diminuer comme autrefois, se *stabilisent*, à un niveau inférieur à celui que l'on peut enregistrer dans le cadre de rotations classiques.

De très fortes fumures azotées n'entraînent pas d'augmentation valable de ces rendements.

Les essais entrepris à Grignon, nous ont montré que le simple *fait de rompre la succession des pailles par une plante sarclée, provoque une augmentation très sensible du rendement.* La fumure minérale étant identique pour toutes les cultures et en l'absence de fumure organique, cette plante sarclée agit seulement par sa seule présence et les façons culturales d'entretien qui lui sont appliquées.

Le *parasitisme* animal ou *végétal*, bien que jouant un rôle très important dans la déficience du rendement des « blés sur blés » *ne peut être tenu comme le seul responsable.* La rupture de rotation par une avoine doit être étudiée dès cette année.

L'influence du traitement nématocide se manifeste encore favorablement six ans après, sauf sur orge.

Si l'orientation des assolements céréaliers demeure dictée par les impératifs économiques, il n'en est pas moins sage de chercher des solutions aux problèmes posés par la succession des céréales sur une même sole.

Le Pr Guyot doit aborder l'étude des excrétats racinaires et nous nous proposons d'orienter nos recherches dans le domaine de la physiologie des céréales dans ses rapports avec le sol et les façons culturales.

Références bibliographiques

Guyot (L.). — Sur la présence d'excrétats racinaires toxiques dans le sol de certains groupements végétaux spontanés. *Comptes rendus Académie d'Agriculture*, p. 89, (1950).

Hénin (S.). — Publications de quelques considérations sur le problème des assolements. *Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture*. n° 9 (1960).

Ponchet (J.). — Recherche de variétés de blés tendres, peu sensibles au piétin. **Annales de l'amélioration des plantes. 2e année, n° 3, (1951).**

La maladie du piétin, verse. *Annales des épiphyties*, 10e année, n° 1, (1959).

Ritter. — *Bulletin de l'Institut technique français de la Betterave industrielle.* Comité scientifique, décembre 1956.

M. Hénin. — Ce travail nous apporte des données sur un problème qui est extrêmement difficile et qu'on a tendance à méconnaître.

Tout à l'heure j'ai entendu dire que des économistes constataient

que, en produisant du bétail, la rentabilité diminuait. Il est surprenant que, si l'on peut obtenir des rendements de 50 quintaux de grain, l'introduction de la culture de l'herbe ne soit pas rentable.

Il y a des régions, en France, où les effets d'amélioration sont plus sensibles puisqu'on est passé de rendements de 25 quintaux de blé à 50 en introduisant la rotation. On observe incontestablement un effet améliorant sur les propriétés physiques et probablement aussi sur les conditions alimentaires par la présence de matières organiques.

M. Gillouard. — Je suis heureux d'entendre affirmer par nos confrères Der Katchadourian et Henin le bien-fondé d'une formule qui m'a guidé dans toute ma carrière. Mais, ce témoignage de satisfaction apporté, j'ajoute que je suis maintenant très troublé par des affirmations tout à fait contraires.

Hier encore, j'entendais un collègue affirmer que, depuis douze ans, par le seul apport des pailles enfouies, l'analyse décèle une augmentation constante du taux d'humus, et qu'il ne constate pas de diminution de rendement.

Seconde affirmation : cinq années d'ensemencements successifs d'orge sur une même terre ont donné un accroissement constant de rendement.

Je vous rapporte les faits et je demande aux chercheurs de voir si cette nouvelle formule n'aura pas pour résultat, à plus ou moins longue échéance, d'être très préjudiciable aux intérêts de l'agriculture, et, à travers elle, du pays.

Pour le présent, il faut bien constater que la comparaison entre les exploitations avec cheptel et sans cheptel est à l'avantage des exploitations sans cheptel. Il m'est donné de comparer en ce moment deux exploitations identiques en surface. La première avec cheptel important (bovins et ovins) occupe 17 hommes; la seconde, sans cheptel, en occupe 4. Le problème de main-d'œuvre étant capital, il est évident que la production animale doit être reconsidérée.

M. Der Khatchadourian. — Les essais signalés ne datent que de quelques années.

Ce qui est mis particulièrement en évidence dans la note de M. Péquignot, c'est que la succession répétée de céréales (blé sur blé par exemple) aboutit à une stabilisation des rendements, à un certain seuil, qui ne peut être dépassé, même avec des apports de fortes doses d'azote.

Si cet assolement est rompu par l'introduction d'une plante sarclée ou d'un fourrage, on obtient des augmentations de rendement spectaculaires, de l'ordre de celles que nous avons citées.

M. Gillouard. — La transformation des fourrages se fait au prix d'un déséquilibre financier d'exploitation important.

Je serais heureux qu'une institution comme celle que vous dirigez mette en évidence l'intérêt du respect des assolements, malgré toutes les constatations qu'il est possible de faire en ce moment, mais qui doivent, avec le temps, se révéler des erreurs.

M. Baratte. — Je crois qu'il ne faut pas se hâter de conclure et de généraliser, notamment quand on parle de céréales. Il y a céréales et céréales, et les agriculteurs praticiens savent bien que, quand on fait blé sur blé, on court à de nombreuses difficultés, tandis que, quand on fait orge sur orge, ou maïs sur maïs, les risques sont beaucoup moins grands et il arrive même quelquefois que les rendements s'accroissent. C'est pourquoi je pense que des essais comme ceux dont on vient de nous

entretenir doivent être poursuivis, dans les conditions particulières où ils sont effectués.

Malheureusement, bien que les agriculteurs soient pressés d'avoir des résultats, il faudra attendre probablement de nombreuses années avant de pouvoir tirer des conclusions valables dans la plupart des cas.

VARIATIONS DES CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES ESSENCES DE LAVANDE ET DE LAVANDIN AU COURS DE LEUR EXTRACTION PAR LA VAPEUR D'EAU AU LABORATOIRE ET DANS LA PRATIQUE

par **MM. E.-C. Barbier, A Maurel, J. Douillet**

(*Note présentée par* **M. Chouard**)

L'extraction des essences de Lavande ou de Lavandin a toujours fait l'objet du souci des producteurs et des distillateurs à cause des différences de qualité constatées à l'occasion de diverses distillations.

Deux d'entre nous ont montré précédemment (3) que les caractéristiques physico-chimiques des essences, de même que les rendements d'une variété de Lavandin, variaient d'une façon très sensible selon l'état de la végétation et qu'ainsi la coupe devait être faite à des dates différentes selon les années.

On conçoit ainsi que la même variété puisse donner des essences de qualité différente, selon le terrain où elle est cultivée, par suite de la différence d'exposition ou d'altitude qui sont responsables de l'état d'avancement de la végétation, sans pour cela sous estimer l'action possible de la nature et de la composition chimique du sol, et du climat en général, sur la qualité de l'essence récoltée.

Mais encore, l'extraction elle-même peut fournir des essences très diverses selon la façon dont elle est conduite. En effet, les essences sont des produits extrêmement complexes (2) dont chaque constituant est entraîné par la vapeur d'eau à une vitesse variable selon sa nature et son abondance. Aussi n'est-il pas étonnant qu'à chaque instant de la distillation les caractéristiques des essences recueillies soient dissemblables et que chaque fraction soit également différente de l'essence globale (1).

Dans une note antérieure cette importante question avait été abordée, mais, depuis, de nombreux essais ont été effectués afin de préciser, pour diverses variétés de Lavande et de Lavandin, comment évoluent les rendements et les caractéristiques physico-chimiques des essences au cours de leur extraction dans un alambic de laboratoire, et aussi pour contrôler si ces résultats sont comparables avec ceux obtenus avec les grands alambics utilisés dans la pratique.

Ce sont les résultats de ces travaux qui seront exposés ici principalement sous forme de graphiques (*).

Selon les possibilités et l'importance des alambics, trois modes de prélèvement de distillat ou des essences ont été adoptés :

a) fractionnement du distillat entier (eau + essence), méthode utilisée au Laboratoire sur alambic expérimental;

b) prélèvements répétés de petites fractions de distillat entier au cours de la distillation, méthode utilisée pour les alambics de grande capacité.

c) fractionnement de l'essence seule à la sortie de l'essencier, méthode suivie par l'un d'entre nous sur alambic de grande capacité (**).

1re partie: Fractionnement du distillat entier

Cette façon d'opérer a été utilisée au laboratoire avec l'appareil qui a servi antérieurement (1).

Cet appareil est constitué par un générateur de vapeur produisant 2 300 g de vapeur à l'heure et est relié à l'alambic proprement dit. Ce dernier est un ballon en verre de 12 litres de capacité muni d'un faux fond grillagé. Les vapeurs sont condensées dans deux réfrigérants montés en série.

Pour chaque essai on introduit dans l'alambic 1 000 grammes de calices desséchés à 90-91 p. 100 de matière sèche par passage à l'étuve ventilée, réglée à 55-60°.

Selon l'abondance de l'essence, en fonction de la variété, et de l'époque de coupe pour certains essais, le distillat est recueilli en fractions plus ou moins nombreuses (17 à 28) dont le volume total varie entre 2 150 et 3 150 millilitres. La durée de chaque distillation étant comprise entre une heure sept minutes et une heure et demie.

Les fractions sont d'importance croissante au cours de l'opération. En voici un exemple pour la distillation n° 31 de la variété «Matheronne» où il fut recueilli 3 000 millilitres de distillat contenant 36,38 ml. d'essence au total (tabl. I).

TABLEAU I

Exemple de distillation fractionnée au Laboratoire

Distillat					Essences		
Récipients			Volume		Volume		
Nature	Volume en ml	Nombre	Partiel	Total	Partiel en ml (*a*)	Total en ml	Total en %
Tubes	5	2	10	10	2,88	2,88	7,91
Tubes	10	4	50	40	8,02	10,90	29,96
Ballons.	50	10	500	550	23,247	35,147	96,60
Ballons.	250	3	750	1 300	1,962	36,109	99,25
Ballons	500	1	500	1 800	0,137	36,246	99,62
Vase Florentin . .	1 200	1	1 200	3 000	0,137	36,383	100,00
		21	3 000		36,383		

(*) Ces travaux ont pu être réalisés grâce au concours du Service de la Répression des Fraudes et du Syndicat des Producteurs de Miel et France. Nous sommes heureux de remercier ici M. Claude Toubeau du Service des Fraudes, et M. Borneck du S.P.M.F. Nos remerciements vont aussi à M. Farellacci, lavandiculteur, secrétaire général de l'Union-Lavande et à M. Honorat, directeur de la distillerie-coopérative à Rians (Var) ainsi qu'à M. Bourgeac, producteur à Puimoisson (B.-A.).

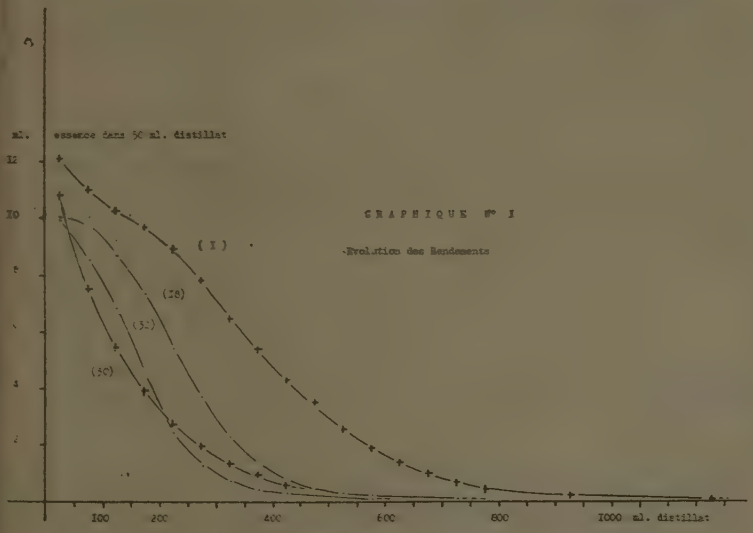
(**) Cette partie du travail a été réalisée sur l'initiative du Service technique de la Chambre d'Agriculture des Basses-Alpes dans la distillerie de MM. Bonnafoux à Puimichel (B.-A.).

(*a*) Il est à noter que le tube de l'ampoule à décanter est gradué en centimètres et millimètres linéaires, leur conversion en millilitres est cause du nombre des décimales.

Les essences contenues dans ces 21 fractions sont séparées des petites eaux dans une ampoule à décanter prolongée par un long tube gradué. Elles sont mesurées dans ce tube et conservées séparément dans des récipients adaptés à leur volume.

Sur chaque fraction ainsi obtenue on évalue la couleur et on détermine la solubilité dans l'alcool à 70° ou 75° et l'indice de réfraction à 20° C.

Malheureusement le faible volume de la grande majorité de ces fractions ne permet pas la détermination des autres caractéristiques.



GRAPHIQUE N° 1
Distillation à l'alambic de Laboratoire. Évolution des rendements.
1. Lavandin Super Z.
18. Lavandin Maïme.
30. Lavande Matheronne.
32. Lavande Maillette.

I. *Rendements.* — Le graphique n° 1 indique les variations des rendements relevées au cours de quatre distillations différentes.

Les courbes tracées sont obtenues en portant sur le graphique les volumes des essences recueillies pour 50 millilitres de distillat. Il est à noter que, malgré la régularité du débit de vapeur, ces volumes de distillat ne s'écoulent pas dans le même temps au cours de la distillation. Ceci est dû à la condensation provoquée par le réchauffement de l'alambic et de la masse à distiller; en conséquence l'échelle des volumes portée en abcisse n'est pas superposable à celles des minutes.

Ces courbes ont pour point commun leur allure générale qui peut être décomposée en trois phases successives :

1° dès le début, la quantité d'essence contenue dans le distillat est très abondante, puis baisse toujours plus ou moins rapidement;

2° cette phase est suivie d'une courte période pendant laquelle le rendement baisse de moins en moins vite en décrivant sur le graphique une courbe de raccordement avec la phase suivante;

3° à la fin de la phase précédente le rendement est très bas et il ne diminuera que très lentement au cours de cette troisième phase malgré le volume important de vapeur utilisée.

On peut remarquer que pour les Lavandes « Matheronne » et « Maillette », la première fraction de 50 millilitres de distillat contient une quantité d'essence voisine de celle obtenue avec les Lavandins, malgré que ceux-ci aient un rendement total nettement supérieur.

Également, les Lavandes présentent pendant la première phase une chute de rendement plus rapide que celle des Lavandins.

Ces particularités sont sans doute en relation avec la différence de composition des essences de Lavandes et des Lavandins.

De ces évolutions des rendements, il en résulte que la plus grande partie des essences s'écoule au tout début des distillations comme le montre le tableau suivant :

TABLEAU II

Temps nécessaire pour recueillir la plus grande partie des essences (environ 90 %)

Variété	Distillations complètes			Passage de 90 % environ des essences		
	Durée en mn	Distillat en ml	Essence en ml	% recueilli	Durée en mn et sec.	Distillat en ml
Lavandes						
« Matheronne »	86′	3 000	36,38	90,3	12′	300
« Maillette »	75′	2 650	36,21	89,2	10′ 45″	250
Lavandins						
« Maïme »	79′	2 650	51,67	91,5	13′ 10″	350
« Super A »	74′	2 600	44,42	91,2	14′	400
« Super Z »	90′	3 150	90,19	91,0	18′ 20″	550

Ainsi donc, la prolongation de la distillation jusqu'à son terme ultime ne se justifie pas si on ne considère que le rendement.

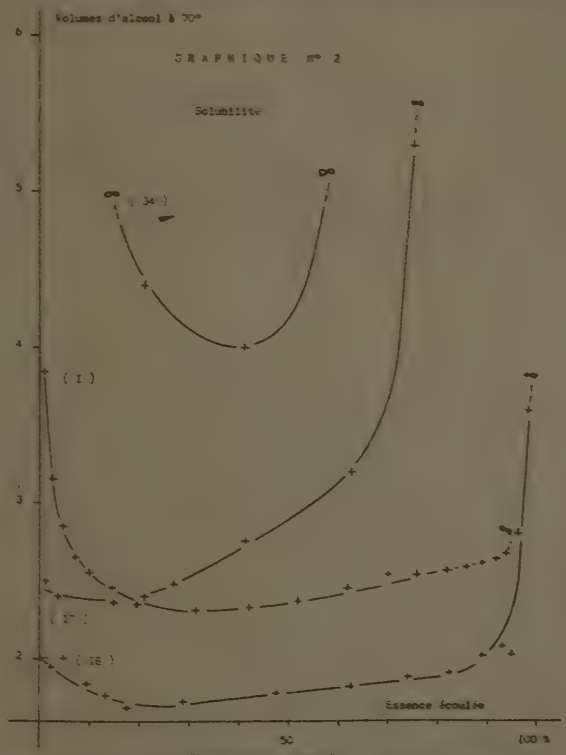
II. *Couleur.* — Pour toutes les variétés distillées : « Super A », « Super Z », « Maïme », « Abrial », pour les Lavandins et « Maillette », « Matheronne » pour les Lavandes, les essences contenues dans les premières fractions de distillat sont limpides et incolores.

Mais, au fur et à mesure de l'écoulement du distillat, il apparaît dans les essences une couleur jaune qui peut être décelée selon les variétés à partir de 65 p. 100 de l'essence écoulée pour la Matheronne coupés à époque normale jusqu'à 94 p. 100 pour le Super Z coupé tardivement. D'abord à peine sensible, cette couleur augmente progressivement d'intensité lorsque la distillation arrive vers son terme, pour atteindre le brun plus ou moins foncé dans les dernières fractions.

Il convient de remarquer que pour une même variété plus la coupe est précoce, plus tôt apparaît la couleur jaune au cours de la distillation et plus la couleur de la dernière fraction est foncée.

III. *Solubilité.* — La solubilité des différentes fractions est déterminée par la méthode préconisée par les Parfumeurs de Grasse (5) et varie fortement selon la position de ces fractions par rapport au pourcentage de l'essence écoulée et aussi selon la variété.

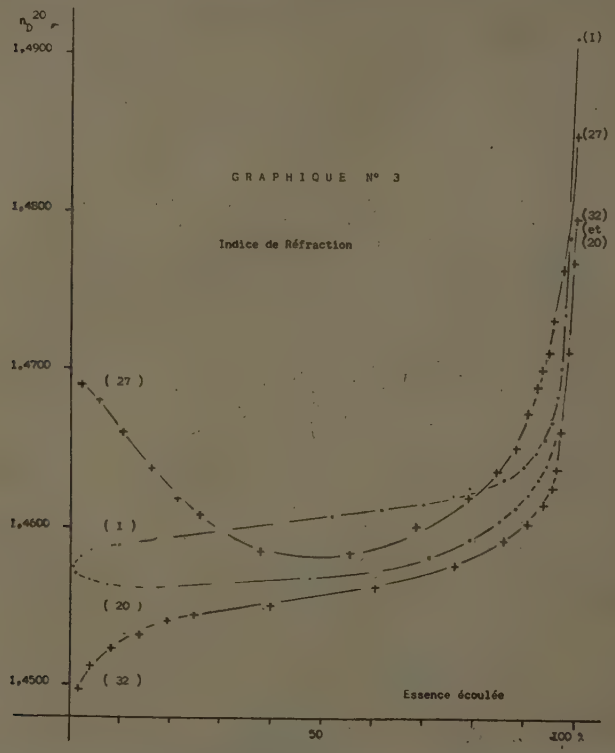
Dans le graphique n° 2 sont groupées les solubilités dans l'alcool à 70° pour les diverses fractions obtenues par distillation des variétés suivantes, coupées en fin d'époque normale de coupe : « Super A », « Super Z » « Maime » pour les Lavandins et « Maillette » pour les Lavandes. Les solubilités sont donc comparables entreelles. Sur ce graphique figure aussi la solubilité de la Lavande « Matheronne » (distillation n° 34) coupée plus tardivement afin de montrer l'analogie qui existe dans l'évolution de la solubilité des fractions au cours de la distillation.



GRAPHIQUE N° 2
Distillation à l'alambic de Laboratoire. Solubilité des fractions.
1. Lavandin Super Z.
18. Lavandin Maime.
17. Lavande Maillette.
34. Lavande Matheronne.
∞ indique que l'essence est insoluble dans 20 volumes d'alcool. Malgré une coupe très tardive la Matheronne ne figure ici que par 2 fractions.

Pour les trois Lavandins on constate, à partir de 5 à 10 p. 100 de l'essence extraite, que la solubilité des fractions atteint un niveau minimum particulier à chaque variété et qu'à partir de 95 p. 100 de cette essence la solubilité devient moins bonne, seules les toutes dernières fractions à partir de 98 p. 100 deviennent insolubles.

Pour la Lavande « Maillette » les premières fractions possèdent une solubilité satisfaisante, mais les fractions suivantes deviennent progressivement moins solubles; c'est ainsi que la fraction comprise entre 71 et 83 p. 100 n'est soluble que dans 5,3 volumes d'alcool à 70°,



GRAPHIQUE N° 3

Distillation à l'alambic de Laboratoire. Indice de réfraction des fractions.

1. Lavandin Super Z.
20. Lavandin Super A.
27. Lavande Matheronne (coupe précoce).
32. Lavande Maillette (coupe normale).

Pour la courbe n° 20 la dernière partie se confond avec la courbe n° 32.

celle comprise entre 83 et 89 p. 100 ne l'est que dans 15,4 volumes et les suivantes sont insolubles dans 20 volumes.

Quant à la Lavande « Matheronne » la distillation n° 34 n'a donné que deux fractions à faible solubilité entre 23 et 50 p. 100, toutes les autres situées avant ou après, étant plus ou moins insolubles, certaines l'étaient à un tel degré que même avec 20 volumes d'alcool le tube servant à l'essai paraissait contenir du lait.

Ainsi donc, c'est vers la fin de la distillation qu'apparaissent en

général les fractions insolubles et leur présence, notamment chez la Maillette, diminue la solubilité de l'essence globale qui s'établit aux environs de 4 volumes.

Pour les Lavandins les parties insolubles sont si peu importantes qu'elles ne modifient pas sensiblement la solubilité du corps.

Mais, par contre, pour la « Matheronne », les fractions insolubles de queue, représentant 50 p. 100 de l'essence totale, viennent s'ajouter aux premiers 23 p. 100 eux-mêmes insolubles. Aussi n'est-il pas étonnant que les essences de cette variété aient la réputation méritée d'être insolubles, d'autant plus que dans le cas de coupe faite à époque normale, la solubilité des fractions trouvées solubles dans cette distillation est encore beaucoup plus faible.

IV. *Indice de réfraction.* — Cette caractéristique présente ici un intérêt tout particulier car elle peut être déterminée sur une quantité infime d'essence, aussi a-t-elle pu être mesurée sur toutes les fractions même les plus petites.

Le graphique n° 3 permet de constater que, pour chaque variété, l'indice de réfraction de la première fraction d'essence se situe à un niveau différent, puis que son évolution est particulière à la variété.

Toutefois ces évolutions ont toutes pour allure générale un relèvement plus ou moins précoce et plus ou moins marqué en fin de distillation, elles présentent en outre une certaine analogie avec les variations de la solubilité.

2e *partie:* Prélèvement de petites fractions de distillat entier au cours de la distillation

Les alambics utilisés dans la pratique sont de grande capacité : 3 000 à 10 000 litres, et sont alimentés en vapeur par des chaudières brûlant les pailles des distillations précédentes.

A la sortie de l'alambic les vapeurs passent dans un réfrigérant et le distillat est dirigé dans un vase florentin ou un essencier métallique dans lequel les essences plus légères que l'eau se séparent de celle-ci, chaque élément s'évacuant par un trop plein particulier.

Pour un alambic de 5 000 litres les quantités de vapeur d'eau utilisée sont en général très importantes : 800 à 1 200 kilogrammes environ et la pression sous laquelle cette vapeur est envoyée dans l'alambic varie selon les distilleries et la chauffe entre 50 et 400 grammes au centimètre carré.

La méthode de prélèvement du distillat utilisé au laboratoire, ne pouvant l'être ici, nous avons procédé de la façon suivante :

1° la chauffe est conduite de telle façon que le débit de vapeur soit le plus régulier possible et relativement faible, 500 kilogrammes à l'heure environ, ce qui est obtenu en introduisant le combustible dans le foyer souvent et par petites quantités à la fois et en maintenant la pression en dessous de 50 grammes au centimètre carré;

2° l'alambic est chargé normalement mais les bottes de Lavande sont déliées de façon à obtenir une masse homogène dans laquelle la vapeur circulera régulièrement;

3° le tube d'arrivée du distillat à l'essencier est rendu orientable pour permettre facilement les prélèvements;

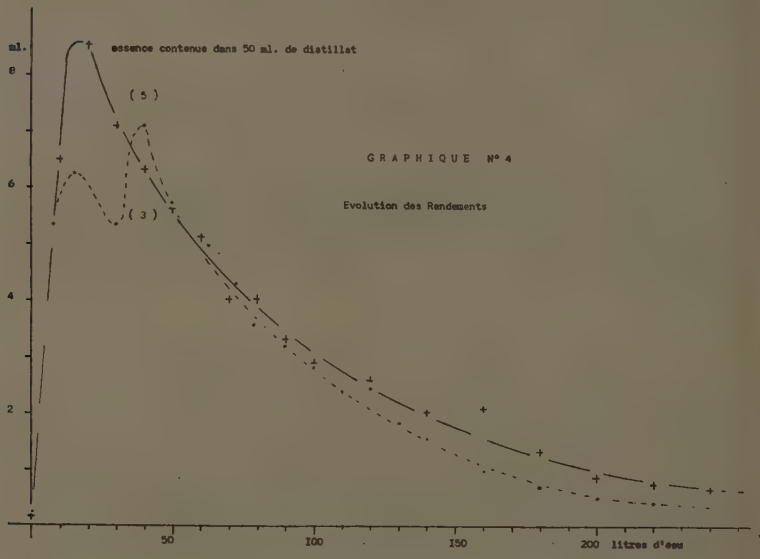
4° les moments auxquels sont faits les prélèvements sont repérés selon deux procédés :

a) sur une bande enregistreuse entraînée par un mouvement d'horlogerie et dont le dépouillement ultérieur permet de savoir à une ou deux secondes près l'heure d'un prélèvement;

b) lorsque cela était possible en relevant en même temps le volume des eaux écoulées à la sortie de l'essencier;

5° les fractions de distillat sont recueillies dans une éprouvette de 500 millilitres ou d'un litre selon l'abondance de l'essence, et leur volume est lu avec exactitude. Puis le distillat est mis en flacons dont le numéro d'ordre correspond à celui marqué sur la bande enregistreuse.

Les flacons sont ensuite transportés au laboratoire où les essence sont séparées des eaux, leur volume est mesuré et leurs caractéristiques physico-chimiques évaluées.



GRAPHIQUE N° 4

Distillation à l'alambic industriel de 5 000 litres. Évolution des rendements.

3. Lavandin Super A (à noter la baisse de proportion d'essence dans le distillat due à un débit de vapeur plus important). »

5. Lavandin Abrial (débit de vapeur régulier).

I. *Rendements.* — Le graphique n° 4 représente l'évolution des rendements pour deux Lavandins distillés en cuve de 5 000 litres, la comparaison avec le graphique n° 3 permet de constater qu'en alambic industriel :

a) le premier distillat qui s'écoule ne contient que très peu d'essence mais la proportion de celle-ci augmente très rapidement;

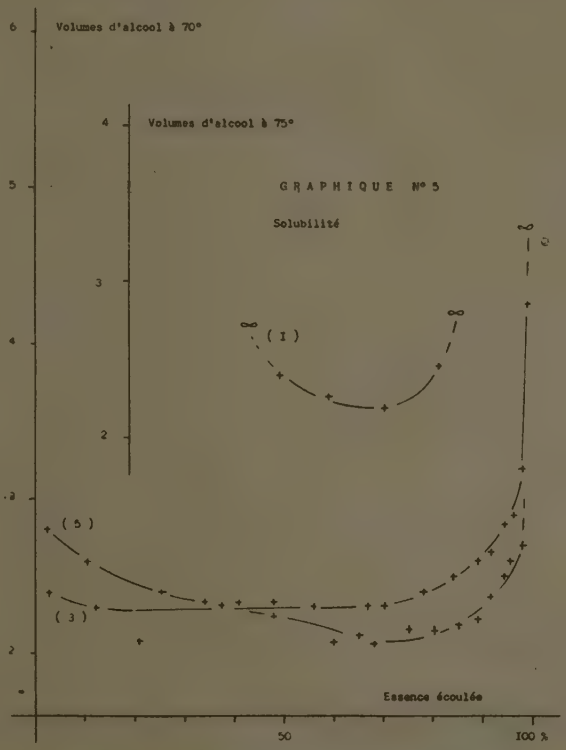
b) la proportion d'essence contenue dans le distillat est plus faible que dans l'alambic de laboratoire;

c) après avoir atteint un certain maximum la proportion d'essence contenue dans le distillat baisse d'abord très rapidement puis de moins en moins vite au fur et à mesure de l'avancement de la distillation.

Sans aucun doute ces différences sont dues à la différence de débit avec lequel est admise la vapeur dans ces deux types d'appareil. Dans les alambics industriels la vitesse avec laquelle la vapeur traverse la masse à distiller ne lui permet pas de rester suffisamment longtemps

en contact avec les cellules à essence pour les faire éclater immédiatement au début, puis pour se charger à saturation des différents corps constituant l'essence.

A cet égard on peut remarquer sur le graphique n° 4 que la courbe de rendement du « Super A » présente un fléchissement très marqué au prélèvement fait à 30 litres. Or, à ce moment, sous l'effet d'un coup de feu, le distillat s'écoulait à raison de 15 litres à la minute; alors que



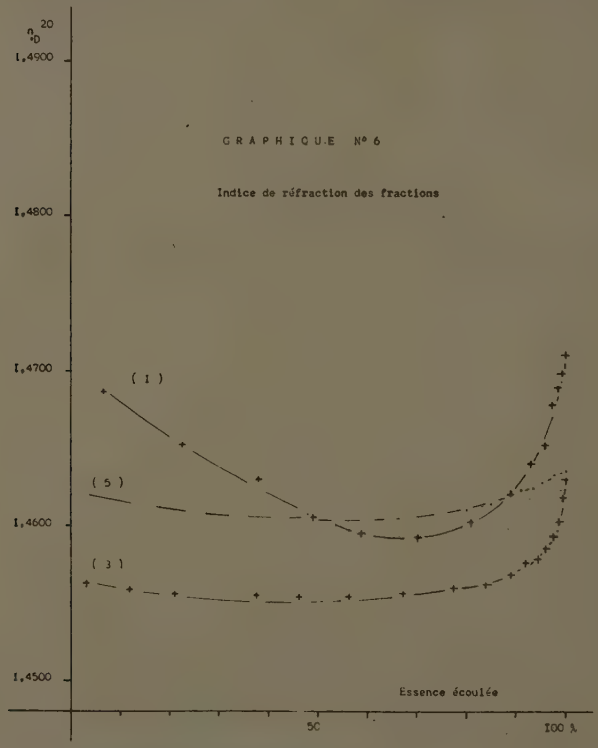
GRAPHIQUE N° 5
Distillation à l'alambic industriel de 5 000 litres. Solubilité des fractions.
1. Lavande Matheronne dans l'alcool à 75°.
3. Lavandin Super A. dans l'alcool à 70°.
5. Lavandin Abrial dans l'alcool à 70°.

pour le prélèvement suivant, le débit étant retombé à 9,70 l à la minute, le rendement était en hausse.

A titre indicatif, pour une même quantité totale d'essence à extraire et si la distillation était arrêtée au même moment dans l'alambic de laboratoire et dans l'alambic industriel on peut calculer approximativement que nous avons utilisé environ deux fois plus de vapeur d'eau dans ce

dernier alambic. Dans la pratique la quantité de vapeur mise en œuvre est encore plus élevée et atteint trois à quatre fois plus.

Ajoutons encore que, dès le branchement de la vapeur, celle-ci chasse l'air contenu dans l'alambic; à la sortie du réfrigérant cet air



GRAPHIQUE N° 6

Distillation à l'alambic industriel de 5 000 litres. Indice de réfraction des fractions.

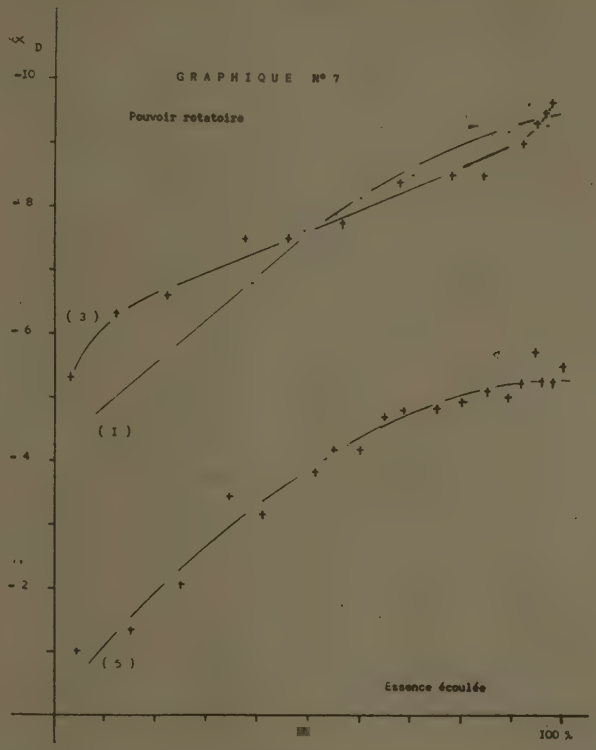
1. Lavande Matheronne.
3. Lavandin Super A.
5. Lavandin Abrial.

La comparaison des parties terminales de ces courbes avec celles portées au graphique n° 3 indique qu'ici les extractions ont été moins complètes.

fortement parfumé est expulsé avec une très grande force sans qu'il se produise de condensation, mais les vapeurs d'essence ainsi entraînées provoquent sur les muqueuses des yeux, des lèvres et des poumons une irritation très difficilement supportable.

II. *Couleur.* — Toujours à cause de la rapidité du passage de la vapeur, les premières essences recueillies contiennent souvent de fines particules de terre qui les colorent plus ou moins suivant la nature de celle-ci.

Après un certain temps de repos, ces essences apparaissent généralement limpides et incolores; par contre, les fractions suivantes sont d'abord faiblement, puis de plus en plus colorées en jaune comme cela avait été constaté au laboratoire.



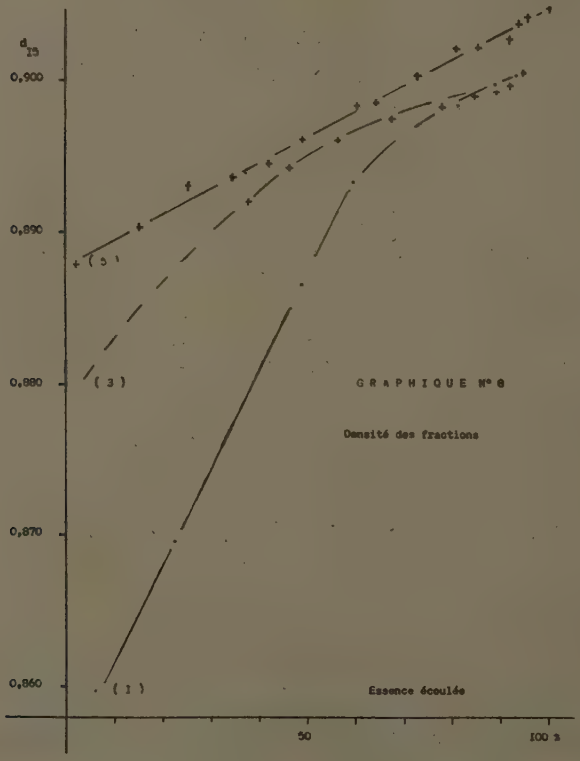
GRAPHIQUE N° 7
Distillation à l'alambic industriel de 5 000 litres. Pouvoir rotatoire des fractions.
1. Lavande Matheronne.
3. Lavandin Super A.
5. Lavandin Abrial.

III. *Solubilité.* — Au graphique n° 5 sont portées, en regard du pourcentage de l'essence écoulée, les solubilités des essences prélevées au cours de la distillation. On peut constater que cette caractéristique varie de la même façon que pour les distillations faites en alambic expérimental.

Les différences que l'on peut relever sont dues, à une coupe plus précoce et une distillation poussée moins loin que dans les essais de laboratoire, d'où plateau des fortes solubilités à un niveau moins intéressant et apparition plus précoce des solubilités médiocres, pour le « Super A ». Pour l'« Abrial » l'arrêt trop précoce de la distillation

n'a pas permis de recueillir les dernières fractions qui sont insolubles.

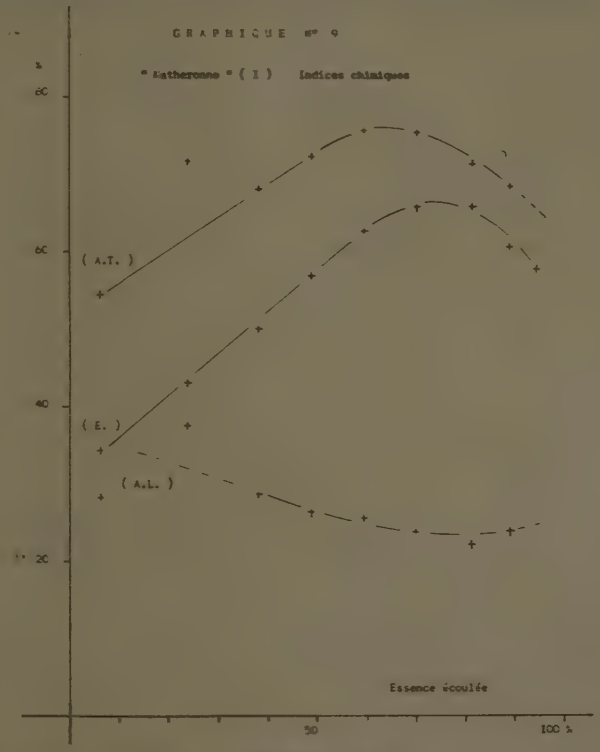
Pour faire figurer la solubilité de la « Matheronne », celle-ci a été déterminée dans l'alcool à 75°. On doit remarquer qu'une solubilité, toute relative d'ailleurs, n'a été obtenue que pour quelques fractions situées entre 50 et 82 p. 100 de l'essence totale écoulée, les essences de tête ou de queue étant absolument insolubles.



GRAPHIQUE N° 8
Distillation à l'alambic industriel de 5 000 litres. Densité des fractions.
1. Lavande Matheronne (noter la très faible densité de départ).
3. Lavandin Super A.
5. Lavandin Abrial.

IV. *Indice de réfraction.* — Les courbes de l'indice de réfraction obtenues pour diverses variétés sont portées au graphique n° 6 et tracées comme celles des solubilités; elles montrent une parfaite analogie avec celles obtenues par distillation dans l'alambic de laboratoire. Toutefois on notera que les indices des dernières fractions n'atteignent pas des valeurs aussi élevées que dans la série d'essais précédents par suite de distillations moins prolongées.

V. *Pouvoir rotatoire et densité.* — Le graphique n° 7 indique pour diverses variétés le pouvoir rotatoire des fractions prélevées à divers moments de l'écoulement des essences. Tout comme pour la densité, voir graphique n° 8, on peut noter que la valeur de cet indice varie toujours dans le même sens du début à la fin de la distillation.



GRAPHIQUE N° 9
Distillation à l'alambic industriel de 5 000 litres. Lavande Matheronne n° 1. Évolution des indices chimiques au cours de l'extraction.
Al = p. 100 des alcools libres exprimés en linalol.
At = p. 100 des alcools totaux exprimés en linalol.
E = p. 100 des esters exprimés en acétate de linalyle.

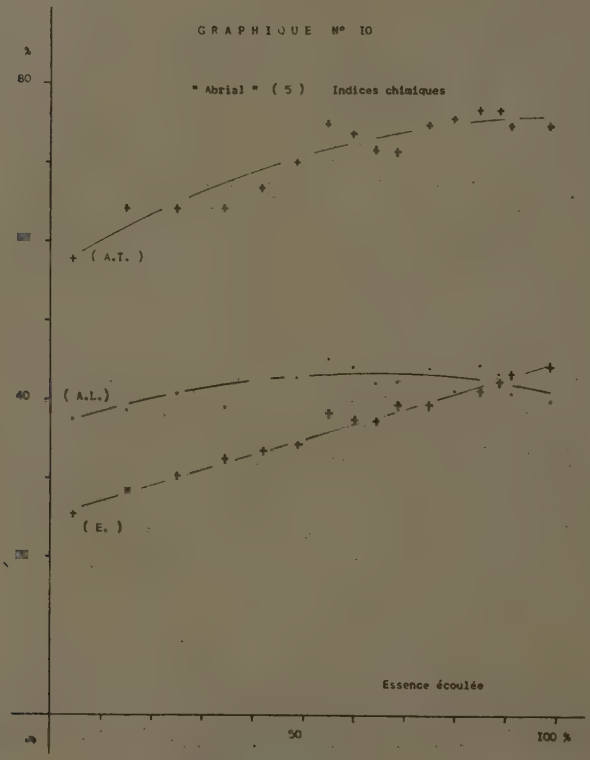
VI. *Esters et alcools.* — Alors que les caractéristiques précédentes, des rendements aux densités, ont pu être suivies sur huit distillations, trois « Abrial », trois « Super A », deux « Matheronne », les esters et les alcools n'ont pu être déterminés que sur deux distillations industrielles : **une « Matheronne » et un « Abrial ».**

On peut voir sur les graphiques 9 et 10 les évolutions de ces caractéristiques et constater comme pour les indices physiques combien sont différentes les essences de tête, de corps et de queue, et voir combien sont différentes les évolutions pour les deux variétés examinées.

3e *partie :* Fractionnement de l'essence seule

Cette façon de procéder a été utilisée au cours d'une distillation de Lavande « Matheronne » dans un alambic de 3 000 litres de capacité.

L'essence était fractionnée à la sortie de l'essencier pour des périodes plus ou moins longues. Après la distillation le culot de l'essencier était



Graphique n° 10

Distillation à l'alambic industriel de 5 000 litres. Lavandin Abrial n° 5. Évolution des indices chimiques au cours de l'extraction.

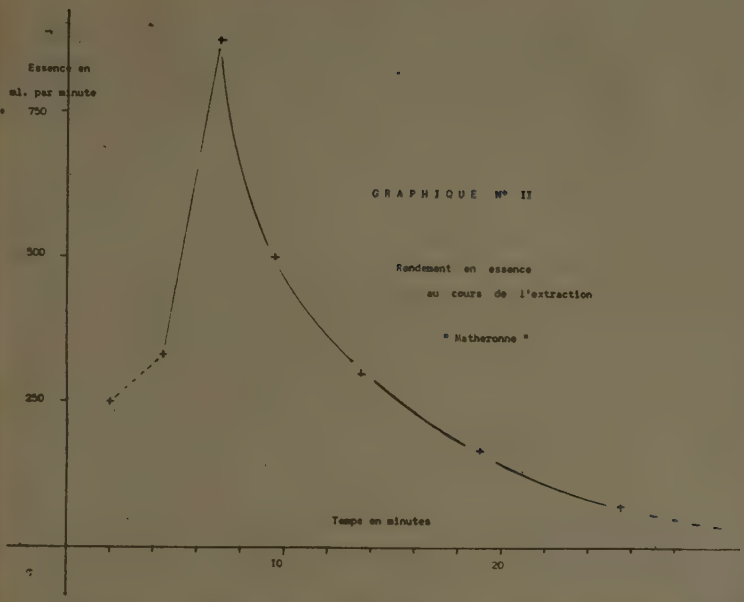
Al = p. 100 des alcools libres exprimés en linalol.
At = p. 100 des alcools totaux exprimés en linalol.
E = p. 100 des esters exprimés en acétate de linalyle.

recueilli. Ce sont ces différentes fractions qui seront examinées et pour lesquelles on trouvera au tableau III les caractéristiques physico-chimiques.

Ces résultats sont présentés sous forme de graphiques dans lesquels :

— les rendements sont exprimés en millilitres par minute;

— les caractéristiques physico-chimiques des fractions sont portées



GRAPHIQUE N° 11

Distillation à l'alambic industriel de 3 000 litres. Lavande Matheronne fractionnement de l'essence seule.

Proportion d'essence dans le distillat au cours de l'extraction.

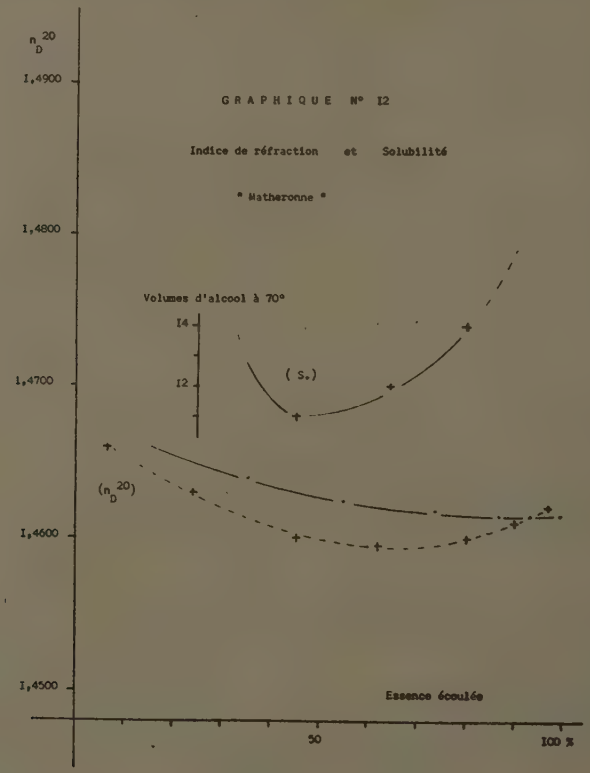
TABLEAU III

CARACTÉRISTIQUES DES FRACTIONS

N°	TEMPS ÉCOULÉ DEPUIS LE BRANCHEMENT DE LA VAPEUR	VOLUME DE LA FRACTION (en l)	d_{15}^{0}	n_D^{20}	α D	ESTERS. (%)	SOLUBILITÉ DANS n VOLUMES ALCOOL A 70°
0	3′	(0,500)	Fraction non recueillie dont le volume constitue le culot.				
1	6′	1,000	0,865	1,466	— 6°	41,7	insoluble dans 15 V
2	8′	1,750	0,871	1,463	— 6°5′	48	insoluble dans 15 V
3	11′	1,500	0,883	1,460	— 7°5′	57,2	soluble dans 11 V
4	16′	1,500	0,888	1,4595	— 8°2′	59,8	soluble dans 12 V
5	22′	1,000	0,892	1,460	— 8°3′	60	soluble dans 14 V
6	29′	0,500	0,893	1,461	— 8°5′	59,1	insoluble dans 15 V
7	culot	0,500	0,895	1,462	— 8°8′	57,9	insoluble dans 15 V

pour la fraction considérée; une deuxième courbe est tracée indiquant pour chaque caractéristique les variations de sa valeur en considérant l'essence globale au cours de l'écoulement de l'essence.

Cette dernière présentation n'a pas été retenue pour les distillations des deux premières parties de ce travail, mais il est évident que les courbes obtenues auraient été similaires.



GRAPHIQUE N° 12

Distillation à l'alambic industriel de 3 000 litres. Lavande Matheronne fractionnement de l'essence seule.

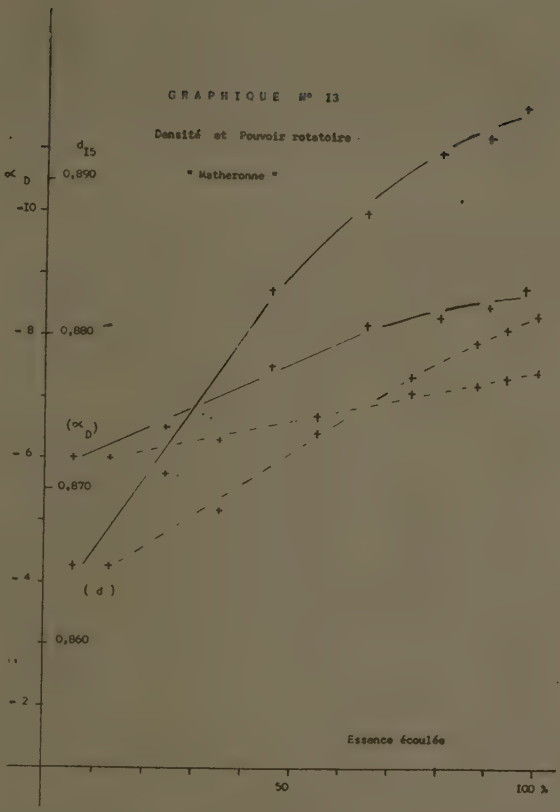
Indices physiques.

S. = Solubilité des fractions dans l'alcool à 70°.

n_D^{20} = { indice de réfraction de l'essence globale. / indice de réfraction des fractions.

Cette dernière courbe est à comparer avec celles correspondantes des graphiques n° 3 et n° 6. L'action d'une coupe plus tardive et d'une distillation moins poussée est ici très nette.

I. *Rendements.* — Le graphique n° 11 indique ici encore qu'au cours de la distillation le rendement en l'essence n'est pas constant. A noter que le volume du culot doit être porté à la fraction O qui s'est constituée pendant les trois premières minutes. Malheureusement, nous



GRAPHIQUE N° 13

Distillation à l'alambic industriel de 3 000 litres. Lavande Matheronne fractionnement de l'essence seule.

Indices physiques.

αD ═══ { Pouvoir rotatoire des fractions. / Pouvoir rotatoire de l'essence globale.

d ═══ { Densité des fractions. / Densité de l'essence globale.

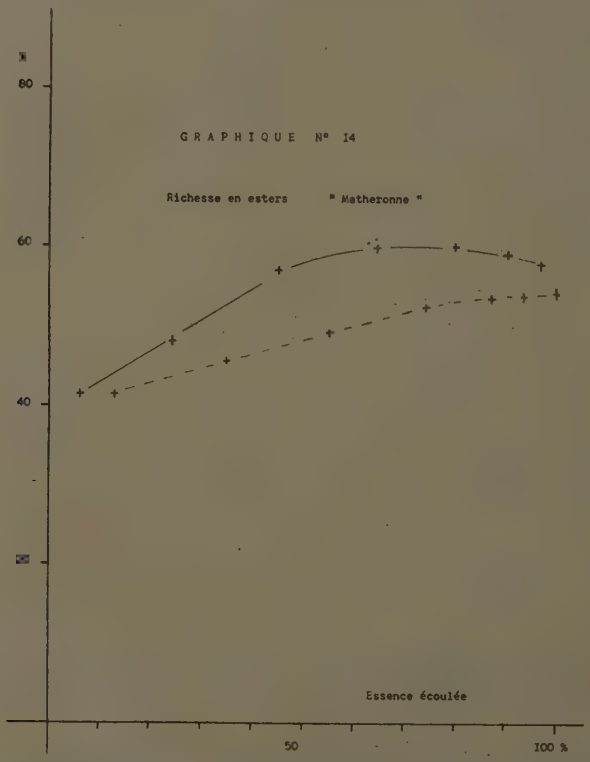
Les courbes relatives aux fractions sont à comparer avec celles correspondantes des graphiques n° 7 et n° 8. Les différences sont dues à une coupe plus tardive et à une distillation moins poussée.

ne pouvons savoir en combien de temps ce volume d'essence est passé car il s'écoule toujours un certain temps entre le branchement de la vapeur et la sortie du distillat; l'essencier étant fermé il n'a pas été possible de calculer avec précision à quelle vitesse moyenne a été entraînée cette essence. Toutefois et compte tenu de l'expérience acquise, la durée d'écoulement a été fixée arbitrairement à deux minutes.

Après une brusque montée le rendement en essence baisse de moins

en moins vite et il apparaît que cette distillation a été interrompue alors que les pailles n'étaient pas complètement épuisées. On retrouve ainsi l'allure générale obtenue dans les autres distillations.

II. *Solubilité.* — Pour les essences de « Matheronne » la solubilité est une caractéristique des plus importantes et le but de cette partie du travail était de rechercher s'il était possible d'obtenir des fractions d'essence solubles et de ce fait commercialisables.



GRAPHIQUE N° 14

Distillation à l'alambic industriel de 3 000 litres. Lavande Matheronne fractionnement de l'essence seule.

Richesse en esters exprimés en acétate de linalyle.

——— p. 100 d'esters dans les essences des fractions.

- - - - p. 100 d'esters dans l'essence globale.

Sur le graphique n° 12 on peut constater, comme cela a été vu plus haut, que seules les fractions du cœur présentent une certaine solubilité, celles de tête et de queue étant complètement insolubles. Malheureusement pour cette distillation aucune fraction ne présente une solubilité satisfaisante.

III. *Autres indices.* — Les graphiques 12, 13 et 14 montrent les évolutions des indices au cours de la distillation, toutefois l'arrêt prématuré de l'opération n'a pas permis d'avoir les dernières essences aux caractéristiques extrêmes.

En conséquence les courbes des indices n'atteindront pas ici les valeurs relevées dans les autres distillations, mais on doit constater leur parfaite analogie d'évolution.

Discussion des résultats et conclusions

L'examen des nombreux graphiques présentés montre bien, quelle que soit la méthode d'étude retenue, que les résultats sont comparables sinon identiques et que les restrictions qui ont pu être formulées sur les distillations de laboratoire sont sans fondement en ce qui concerne tout au moins des distillations bien conduites et effectuées avec une matière récoltée à un moment bien défini.

Au cours de la distillation les différents points examinés évoluent de la façon suivante :

A. *Rendements.* — Après avoir atteint un certain maximum plus ou moins tôt et plus ou moins élevé selon la vitesse de passage de la vapeur d'eau, la proportion d'essence dans le distillat diminue d'abord très rapidement puis de moins en moins vite. L'extraction de la totalité de l'essence demandant de telles quantités d'eau qu'il apparaît inutile de poursuivre l'extraction jusqu'à épuisement complet des pailles.

Pour réduire la durée de l'opération on peut augmenter le débit de la vapeur, mais dans ce cas une partie de celle-ci reste inemployée car elle n'a pas le temps de se saturer en essence.

Sans aucun doute une étude permettrait de définir le débit optimum de la vapeur et selon toute vraisemblance une quantité importante de paille utilisée comme combustible resterait inemployée pour la production de vapeur. La transformation de ces pailles en fumier artificiel, de même que la récupération des cendres des chaufferies, seraient des plus souhaitables et permettraient de rendre aux sols des éléments qui leur font cruellement défaut dans la plupart des cas.

B. *Solubilité.* — D'une façon très générale et à un degré très variable les essences de tête ont une solubilité plus ou moins bonne; celles de corps sont solubles et celles de queue sont plus ou moins insolubles.

La solubilité du corps ainsi que son importance par rapport au volume total de l'essence écoulée est variable selon l'époque de coupe, indiquant par cela même une évolution dans la composition chimique des essences comme cela avait été remarqué (voir 2-3).

Pour les essences de « Matheronne » on aurait pu envisager la séparation des fractions solubles, sans préjuger pour autant des modifications apportées à leurs autres caractéristiques. Malheureusement, dans le cas d'une coupe faite à époque considérée comme normale, l'importance de ces fractions solubles de même que leur solubilité sont insuffisantes pour que ce procédé puisse être retenu.

C. *Autres indices physiques.* — La couleur des fractions prend vers la fin une teinte jaune de plus en plus foncée.

L'indice de réfraction subit des variations très différentes selon la variété distillée, on peut voir à cet égard les courbes obtenues au laboratoire pour la « Matheronne » et la « Maillette ».

La densité augmente toujours plus ou moins rapidement, selon la variété, depuis le début jusqu'à la fin de la distillation, tout comme le pouvoir rotatoire évolue vers des valeurs de plus en plus fortes.

D. *Indices chimiques.* — En ce qui concerne le Lavandin « Abrial » on constate une faible variation de la teneur en alcools libres et combinés alors que les alcools totaux et les esters augmentent d'une façon plus régulière et plus nette.

Pour la « Matheronne » ces variations sont plus fortes et après être passées par un maximum vers 75 p. 100 de l'essence écoulée une chute assez nette peut être constatée alors que la teneur en alcools libres baisse d'une façon assez régulière.

Conclusions. — De ces multiples observations concordantes, il apparaît, qu'en interrompant l'extraction à un moment donné, il est possible de modifier très sensiblement les caractéristiques de l'essence globale obtenue.

Dans tous les cas une extraction incomplète permet d'obtenir des essences présentant :

— un indice de réfraction moins élevé.
— un pouvoir rotatoire moins fort;
— une densité plus légère;
— une solubilité améliorée;
— une couleur plus claire;

Dans le cas de l'« Abrial » la teneur en esters et en alcools sera légèrement moins élevée, alors que pour la « Matheronne » le résultat sera variable selon le moment où sera interrompue l'extraction.

Les différences, dans la qualité des essences, constatées à l'occasion de diverses distillations faites sur une même variété de Lavande ou de Lavandin, ont depuis toujours fait l'objet de controverses animées et d'interprétations hâtives de la part des producteurs, des distillateurs et même des expérimentateurs.

A la lumière des observations faites au cours de ce travail, nous pensons qu'il y a dans la durée de l'extraction et dans la façon d'utiliser la vapeur deux causes importantes faisant varier les caractéristiques des essences et qui viennent s'ajouter à celle de l'époque de la coupe (3).

Ainsi les normes habituellement utilisées pour définir la qualité d'une essence (5) apparaissent comme des valeurs arbitraires et relatives dont les insuffisances demanderaient à être corrigées par des examens plus précis comme la chromatographie de partage préconisée par Naves (4).

Par ailleurs, si le commerce des essences pouvait définir ses besoins, les producteurs verraient alors s'ils peuvent avoir intérêt à intervenir sur la distillation afin de tirer un plus grand profit de leurs produits.

(*Laboratoire Apicole de Nice. Laboratoire Central du Ministère de l'Agriculture* (*Service de la Répression des Fraudes*). *Chambre d'Agriculture des Basses-Alpes.*)

Références bibliographiques

(1) Barbier (E.-C.). — Observations préliminaires sur la distillation de l'essence de Lavandin par entraînement à la vapeur d'eau. *C. R. Ac. Agr.*, 1959, n° 4, 141-152.

(2) Igolen (G.). — Contribution à l'étude de la composition chimique de l'essence de Lavandin. *Thèse Fac. Sc.*, Marseille, 1944.

(3) Maurel (A.), Barbier (E.-C.). — Contribution à l'étude de l'essence de Lavandin. Évolution des indices suivant l'époque de la floraison et valeur des normes. *C. R.* 31e *Congr. Int. Chim. Ind.* Liège, septembre 1958.

(4) Naves (Y.-R.). — Sur les distinctions analytiques entre essence de lavande et de lavandin. *C. R. Ac. Sc.*, 9 avril 1958.

(5) Syndicat National des Fabriquants et Importateurs d'Huiles essentielles et Produits aromatiques naturels. Grasse, 1954.

Imprimé par l'Imprimerie Alençonnaise, Maison Poulet-Malassis, Alençon (Orne)
Dépôt légal 1961 (2e trimestre). — N° d'ordre : 5.754. — C.P.P.P. 23.579

***

Les communications faites à chaque réunion et les observations auxquelles elles donnent lieu sont publiées dans les *Comptes Rendus des séances de l'Académie d'Agriculture* qui paraissent deux fois par mois, sauf en août et en septembre, et forment, chaque année, un volume de 800 à 900 pages.

Organe entièrement désintéressé, ayant toujours refusé d'insérer une publicité de quelque nature qu'elle soit, les *Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France* présentent au point de vue scientifique une haute tenue qui les place au rang des publications similaires de l'Académie des Sciences, de l'Académie de Médecine et de l'Académie Vétérinaire. Ce bulletin, qui a toujours trouvé auprès des élites scientifiques françaises et étrangères l'accueil le plus favorable, est indispensable à tous ceux qui désirent se tenir au courant de l'évolution des recherches agronomiques en France ainsi que des techniques nouvelles appliquées en agriculture.

Reconnue d'utilité publique, l'Académie est habilitée à recevoir des dons et des legs avec ou sans affectation spéciale; les libéralités ainsi faites ont permis la fondation de nombreux Prix destinés à récompenser des recherches ou des essais portant sur toutes les branches de l'Agriculture Française.

***

Les prix et conditions d'abonnement pour l'année 1961 sont les suivant :

	France et Communauté Française	*Étranger Maroc, Tunisie, Indochine, Guinée*
Abonnement annuel	18 NF	22 NF
Numéro.	1,50 »	2 »

Les abonnements partent du 1er janvier de chaque année et peuvent être souscrits au siège de l'Académie d'Agriculture de France : 18, rue de Bellechasse, Paris (7e), avec paiement par chèque sur Paris, ou de préférence par virement ou envoi postal : C.C.P. 3829-19 Paris.

Les collections des années précédentes sont en vente, sauf épuisement, au prix de 2.800 fr. ou 28 NF la collection reliée et de 2.300 NF ou 23 NF en fascicules séparés.

Les collections antérieures à 1950 : reliées 3.000 fr. ou 30 NF, en fascicules séparés 2.500 fr. ou 25 NF, port en sus.

L'Académie peut également fournir des *reliures mobiles*, qualité marocain, couleur nègre, portant en lettres dorées l'inscription : Académie d'Agriculture de France. Comptes Rendus des Séances, 20 tringles; non millésimées : 550 fr. ou 5,50 NF, millésimées : 650 fr. ou 6,50 NF, port en sus.

N° 6

SÉANCE DU 15 MARS 1961

Présidence de M. de VILMORIN

Aspects et Étapes de la Recherche agronomique en France (*Suite*)
XXXI. **M. de Vilmorin.** Les sélectionneurs privés et l'amélioration végétale depuis 1914 271
Observations : **MM. Voisin, Dufrenoy, de Vilmorin** 273
XXXII. **M. Bustarret.** — Recherche agronomique et Coopération internationale 274
Observations : **MM. Keilling, Bustarret, Ballot** 276
M. Leroy. — Présentation d'ouvrage : Données générales sur la nutrition et l'alimentation. Métabolismes et transits. 277
MM. Drouineau, Brun et Pascal. — Les possibilités d'amélioration de la production de la pomme de terre d'automne dans les régions méridionales. (*Note présentée par* **M. Drouineau**) 777
MM. Soubies, Gadet et Fauconnier. — Le problème de l'utilisation des engrais liquides en France du Sud. (*Note présentée par* **M. Drouineau**). 282
Observations : **MM. Dufrenoy, Leroux, Keilling, Drouineau** . . 287
M. Charlon. — Essais de fertilisation sur arbres forestiers. (*Note présentée par* **M. Barbier**) 288
M. Malicornet. — Sur la rentabilité des fumures. (*Note présentée par* **M. Barbier**) 292
MM. Gachon, Collier et Robelin. — Influence de différentes conditions pédoclimatiques sur le comportement de l'association luzerne-dactyle en limagne argilo-calcaire. (*Note transmise par* **M. Lemoigne**) 298

SÉANCE DU 22 MARS 1961

Présidence de M. de VILMORIN

M. le Président. — Décès de M. Hubault, Correspondant national . . . 307
M. Guinier. — Étienne Hubault (1886-1961) 307
Aspects et Étapes de la Recherche agronomique en France (*Suite*)
XXXIII. **M. Diehl.** — Les problèmes de l'agriculture générale et de la défense des cultures (période 1848-1914) 307
M. Cramois. — La situation financière de l'agriculture au cours de la dernière campagne 1959-1960 309
Observations : **MM. Leroux, Gillouard, Cramois, Viaux-Cambuzat** 312
M. Dufrenoy. — Le IV^e^ Colloque sur l'emploi des Plastiques en agriculture 314
M. Bastisse, *Correspondant.* — Sur la source de documentation que constituent les Brevets d'invention français et étrangers. (*Note présentée par* **M. Hénin**) 315
Observations : **MM. D. Bertrand, D. Leroux, Maspétiol, Hénin.** 318
MM. Arnoux et Gras. — Influence de la capacité de réserve en eau du sol sur la croissance des pommiers dans la Sarthe. (*Note présentée par* **M. Hénin**) 319
Mme Mériaux. — Action du chaulage sur les composantes de la structure et sur l'état de saturation du sol. (*Note présentée par* **M. Hénin**). 322
Observations : **MM. Aubert, Hénin** 323
MM. Lafon, Couillaud et Gay-Bellile. — Essais de micro-traitement de pulvérisation pneumatique dans la lutte contre le mildiou de la vigne. (*Présentation par* **M. Dufrenoy**) 325
M. Brossard. — Les caroténoïdes du Kaki. (*Note présentée par* **M. Dufrenoy**) 336
MM. Péquignot et Récamier. — Rotations : quelques résultats à propos des assolements céréaliers. (*Note présentée par* **M. Der Khatchadourian**) 337
Observations : **MM. Hénin, Gillouard, Baratte, Der Khatchadourian** 341
MM. Barbier, Maurel et Douillet. — Variations des caractéristiques physico-chimiques des essences de lavande et de lavandin au cours de leur extraction par la vapeur d'eau. (*Note présentée par* **M. Chouard**). . . 343

Le Gérant : BERNARD GRISARD.

Imprimé par l'Imprimerie Alençonnaise, Place Poulet-Malassis, Alençon (Orne)
C. P. P. P. 23.579 N° 6 — 6-61 — 5.754